

**EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE EXPLOTACIÓN
AGROINDUSTRIAL DE EJEMPLARES DE *Pterygoplichthys* sp A
PARTIR DEL DESARROLLO MORFOMÉTRICO, LOS
HÁBITOS ALIMENTICIOS Y LOS RENDIMIENTOS DE
MÚSCULOS Y SUBPRODUCTOS**

**UNIVERSIDAD
DE LA COSTA**



YEINIS TATIANA CASTRO FLÓREZ

**Universidad de la Costa
Departamento de Gestión Industrial, Agroindustrial y Operaciones
Ingeniería Agroindustrial
Barranquilla, Colombia
2019**



PROYECTO DE GRADO:

*“EVALUACIÓN DE LA VIABILIDAD DE EXPLOTACIÓN AGROINDUSTRIAL DE EJEMPLARES DE *Pterygoplichthys* sp A PARTIR DEL DESARROLLO MORFOMÉTRICO, LOS HÁBITOS ALIMENTICIOS Y LOS RENDIMIENTOS DEL MÚSCULOS Y SUBPRODUCTOS”, PARA OBTENER EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.*

LINEA DE INVESTIGACIÓN:

TRANSFORMACIÓN, INNOVACIÓN Y CALIDAD DE PRODUCTOS AGROINDUSTRIALES.

TESISTA:

YEINIS TATIANA CASTRO FLÓREZ.

DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

CO-DIRECTOR DE TRABAJO DE GRADO

MSc. AMAIRA CORRALES PATERNINA

Dra. SANDY LUZ OVANDO CHACÓN

**UNIVERSIDAD
DE LA COSTA CUC.
2019**

Barranquilla, _____ 2019

Nota de aprobación

Presidente de Jurado

Jurado

Jurado

Dedicatoria

Este trabajo me lo que quiero dedicar a MI, porque a pesar de todas las limitaciones, dificultades e incertidumbres me he demostrado que todo en mi vida es posible si así lo quiero, que nunca debo perder el entusiasmo y mucho menos perder de vista lo que anhelo en la vida, que quizás todo no se de como lo imagine, sí, pero que se cumplan conforme la vida quiere que sea.

A mi vieja, Evelia Flórez, por demostrarme que no hay que tener miedo y todo lo podemos hacer si de verdad se quiere.

A mis hermanas Diana y Yureimis Castro Flórez, junto a sus esposos, por cuidarme, apoyarme, por trasnocharse y pedirme que me fuera a descansar en esas noches tan pesadas.

A mis bebes enormes Willian, Esteban, Julián y Alanna Molina, quienes se han convertido en motivo de superación y crecimiento constante.

Agradecimientos

La realización de esta tesis fue para mí un verdadero reto. Muestra de cómo en la vida de una persona es posible encontrarse con tantos momentos, pero que sin duda la dedicación y el amor que le pongas se verá reflejado en ello. Afortunadamente, a lo largo de todo este proceso estuve acompañada de personas que me brindaron su apoyo e instituciones que permitieron que este trabajo llegase a un final feliz.

En primer lugar, quiero agradecer a mi Codirectora de tesis, Sandy Luz Ovando Chacón, por abrirme las puertas del Tecnológico Nacional de México / Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, confiar en mí, apoyarme y colocar en mi proceso personas con los conocimientos necesarios para guiarme y llevar a cabo mi trabajo.

Es necesario agradecer el apoyo y ayuda de mi directora, Amaira Corrales Paternina, quien sin su colaboración no hubiese sido posible esto.

A mi guía y paciente tutor sin crédito, Daniel Castañeda Valbuena, quien en numerosas ocasiones fue bastón de apoyo incondicional en todo mi proceso.

Sin duda alguna, darle mil gracias a mi madre quien con su compañía y consejos en momentos difíciles me fortaleció. Por los mejores deseos impartidos por mis hermanas y por esa personita que sin importar donde este siempre está para mí, Marilyn Galindo Cardozo.

Resumen

Colombia es un país con gran biodiversidad, aspecto que le permitió posicionarse como gran exportador de peces ornamentales del mundo. Sin embargo, limitaciones existentes en la actividad económica han generado la captura indiscriminada de ejemplares, el desarrollo de cultivos acuícolas con escasos controles y normas de manejo, provocando serios problemas como la presencia descontrolada de algunas especies en cuencas hidrográficas de distintos países. La presencia de Loricariidae en México es ejemplo, gracias a la capacidad de adaptación en diversos ambientes ha tomado como hábitat diferentes cuencas del estado de Chiapas y su presencia ha ocasionado impactos sociales y ambientales como la erosión de cuencas hídricas, desplazamiento de especies nativas y reducción de ingresos de los pescadores. En busca de alternativas para mitigar el problema existente, se decidió evaluar la viabilidad de la explotación agroindustrial de ejemplares *Pterygoplichthys pardalis*, *Pterygoplichthys disjunctivus* e híbridos obtenidos de la represa Malpaso en el estado de Chiapas, México, a partir del desarrollo morfométrico, hábitos alimenticios y rendimientos de músculos y subproductos. El análisis morfométrico de los 54 ejemplares extraídos de la represa permitió establecer que las especies identificadas se encuentran en condiciones satisfactorias e inferir que los híbridos presentan gran similitud morfológica respecto a *P. pardalis* y *P. disjunctivus*. Sus dietas se componen principalmente de algas, seguidas de cianobacterias y materia orgánica. Finalmente, se logró estimar los porcentajes de cada una de las partes del pez y discutir su posible aprovechamiento, permitiendo esclarecer que, estos podrían ser aprovechados en la producción de compuestos biotecnológicos y de interés en diferentes industrias.

Palabras clave: Agroindustrial, *Pterygoplichthys*, Patrón abdominal, Morfometría, Dieta

Abstract

Colombia is country with large biodiversity, aspect that allowed him posicionarse large exporter ornamental fish the world. However, existing constraints in economic activity have generated to the indiscriminate capture of exemplars, the development of aquaculture crops with scarce controls and management norms, provoking serious problems such as the out of control presence some species in hydrographic basins of distinct countries. The presence of Loricariidae in Mexico is an example, thanks to adaptation capacity in diverse ambiences has taken as habitat different basins of state of Chiapas and its presence has occasioned social and environmental impacts as the erosion of hydrics basins, displacement of native species and reduction of income of the fishermen. In search of alternatives to mitigate the existing problem it was decided to evaluate the feasibility of agroindustrial exploitation of exemplars *pteryplichthys pardalis*, *Pterygoplichthys disjunctivus* and hybrids obtained of Malpaso dam in state of Chiapas, Mexico from on morphometric development, eating habits and muscle and byproduct yields. The morphometric analysis of 54 exemplars extracted of dam allowed to establish that the identified species are in satisfactory conditions and infer that the hybrids have great morphological similarity to *P. pardalis* and *P. disjunctivus*. Their diets are mainly composed of algae, followed by cyanobacteria and organic matter. Finally, It was possible to estimate the percentages of each of the parts of the fish and discuss its possible use, allowing to clarify that, these could be used in the production of biotechnological compounds and of interest in different industries.

Keywords: Agroindustrial, *Pterygoplichthys*, Abdominal pattern, Morphometry, Diet

Tabla de contenido

Lista de tablas y figuras.....	10
Introducción.....	11
Planteamiento del problema	14
Justificación.....	16
Objetivos.....	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Estado del arte.....	18
Marco teórico.....	22
Medidas morfométricas y merísticas	23
Análisis del contenido estomacal	24
Métodos cuantitativos.....	25
Detritos.....	25
Materia orgánica.....	26
Metodología.....	27
Área de estudio.....	27
Identificación de especímenes mediante patrón abdominal.....	28
Análisis morfológico	28
Rendimiento de músculo y subproductos	30
Preparación del material biológico.....	30
Análisis cualitativo del contenido estomacal	30
Análisis cuantitativo del contenido estomacal.....	31
Análisis de condición de las especies	31
Análisis de intestinos	32
Análisis estadístico	32
Resultados y discusión	33
Identificación de especímenes mediante patrón abdominal.....	33
Relación longitud - peso	34
Condición de las especies	35
Análisis morfológico	36
Análisis cualitativo y cuantitativo de la dieta	40

Análisis de intestinos	43
Rendimiento de músculos y subproductos.....	44
Conclusiones	47
Recomendaciones	48
Referencias	49
Anexos.....	66

Lista de tablas y figuras

Tablas

Tabla 1 Promedio y rango de pesos y tallas de las especies <i>P. pardalis</i> , <i>P. disjunctivus</i> e Híbridos.	34
Tabla 2 Media del factor de condición (a), coeficiente de alometría (b) correlación entre la relación peso-longitud (R^2) y tipo de crecimiento de las especies <i>P. pardalis</i> , <i>P. disjunctivus</i> e Híbridos	35
Tabla 3 Media de las medidas morfométricas \pm desviación estándar. Diferentes letras en las columnas. representa diferencias significativas ($p < 0.05$)	38
Tabla 4 Media de las medidas Merísticas \pm desviación estándar. Diferentes letras en las columnas. representa diferencias significativas ($p < 0.05$).	39

Figuras

Figura 1 Ejemplar capturado en la represa Malpaso, Chiapas, México.	23
Figura 2 Ubicación de la represa Malpaso, Colonia Plan de Ayala, Chiapas	27
Figura 3 Patrón Abdominal de varios especímenes de <i>Pterygoplichthys</i> spp.: a–b – grupo de especie <i>P. pardalis</i> ; c–h – Híbrido; i–j – grupo de especie <i>P. disjunctivus</i>	28
Figura 4 Medidas morfométricas del pez diablo (1. (LE), 2. (LT), 3. (LPD), 4. (LPA), 5. (LPP), 6. (LPT), 7. (LCD), 8. (LAD), 9. (LBD), 10. (LBA), 11. (LAP), 12. (LAPT), 13. (LEP), 14. (LAC), 15. (LBAA), 16. (AMAA), 17. (FDIA), 18. (DPA), 19. (LPC), 20. (PPC), 21. (PCA), 22. (LC), 23. (AC), 24. (PC), 25. (LH), 26. (DI) y 27. (DO)).	29
Figura 5 Patrón abdominal de las especies <i>P. pardalis</i> (a), <i>P. disjunctivus</i> (b) e Híbrido(c) extraídas de la represa Malpaso, Chiapas	34
Figura:6 Medias del índice de Fulton (K) de <i>P. pardalis</i> , <i>P. disjunctivus</i> e Híbrido por el test de LSD.	36
Figura 7 Muestra de la estructura de los estómagos de las especies.	40
Figura 8 Vista microscópica de especies halladas en el contenido intestinal: macroalgas de los géneros <i>Cladophora</i> (a) y <i>Microspora</i> (b). Cianobacterias del género <i>Pseudanabaena</i> (c) y <i>Oscillatoria</i> (d), microalgas de los géneros <i>Ankistrodesmus</i> (e), <i>Nitzschia</i> (f), <i>Cymbella</i> (g), <i>Pinnularia</i> (h), <i>Desmodesmus</i> (i), <i>Cymatopleura</i> (j), <i>Navicula</i> (k), <i>Tabellaria</i> (l), <i>Gomphonema</i> (m) y materia orgánica (m).	41
Figura: 9 Vista microscópica de especies halladas en el contenido intestinal: moluscos de géneros <i>Tarebia</i> Granífera (a) y <i>Pachychilus</i> (b). Zooplancton del género <i>Hartmanode</i> (c) y gusano de fuego, género <i>Hermodice</i> (d).	42
Figura 10 Muestra de intestinos de las especies <i>P. pardalis</i> (a), <i>P. disjunctivus</i> (b) e Híbridos(c) extraídas de la represa Malpaso, Chiapas.	44

Introducción

La riqueza íctica ornamental de Colombia está representada por 522 especies agrupadas en 13 Órdenes, 49 Familias y 213 géneros, de los cuales los géneros Siluriformes, Characiformes y Perciformes son los más representativos con un total de especies: 208, 178 y 78 y familias: 10, 19 y 4 respectivamente (Ortega, 2015). Estos son dulceacuícolas y se extraen principalmente de los ríos de las cuencas del Orinoco y Amazonas (Ajiaco y col., 2012). Para el año 2015 el país exportó 16.118.624 ejemplares por un valor de 25 millones de dólares, de los cuales 138.474 eran de la familia Loricariidae (Gobierno de Caquetá, 2017), conocidos en el mundo como plecos, peces diablo, suckermouth, entre otros (Mendoza y col., 2009; Velázquez y col., 2013). Estos volúmenes de comercialización permiten asumir que esta actividad es generadora de recursos económicos significativos a nivel local, regional y nacional.

En Colombia las entidades que regulan la actividad pesquera han sufrido constante transformaciones. Inicialmente esta actividad era administrada por el Instituto Nacional de Pesca y Acuicultura y por efectos de liquidación de la entidad pasó al Instituto Colombiano de Desarrollo Rural (INCODER) en el 2003, tres años después estas funciones fueron asignadas al Instituto Colombiano Agropecuario, que debido a la decisión de la corte constitucional, la competencia administrativa volvió al INCODER y solo hasta noviembre de 2011 se creó mediante el Decreto 4181 la Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca (AUNAP), entidad que asume las funciones en materia de pesca y acuicultura hasta el día de hoy (Ortega y col., 2015).

En el país, la pesca ornamental se desarrolla de manera artesanal y directa en los ecosistemas acuáticos. Lo anterior sumado a los efectos de la mala administración del sector pesquero colombiano, ha derivado en serios problemas, ya que se ha impedido el seguimiento e investigación continua en pro de la consolidación de la industria de peces ornamentales en una

actividad económica sustentable. Estos efectos se pueden observar desde dos grandes frentes. Por un lado, se evidencia el impacto en Colombia, específicamente en las cuencas hídricas donde se capturan los especímenes. En segundo lugar, está el efecto que tiene la comercialización de especies de las que no se conoce su biología, ecología y etología y que de una u otra manera terminan en los cuerpos de agua de los países donde son comercializados. Como ejemplo del primer frente del problema, se resalta el trabajo de Ortega y col., (2015) en el cual se reporta la disminución en la diversidad genética de la Arawana azul (*Osteoglossum ferreirai*), por efecto de la sobrepesca para su uso con fines comerciales, actividad que no cuenta con un control en las tallas de captura. Por su parte, un ejemplo de cómo el mal manejo de la comercialización de especies ícticas ornamentales puede afectar los cuerpos acuáticos de otros países, es la invasión masiva de los ejemplares de la familia Loricariidae, como lo son *Pterygoplichthys gibbiceps*, *Pterygoplichthys disjunctivus*, *Pterygoplichthys joselimaianus*, *Pterygoplichthys multiradiatus*, *Pterygoplichthys pardalis*, *Hypostomus plecostomus* y otros originarios de la cuenca del Amazonas y Orinoco, pero que hoy se reporta su presencia en más de 30 países alrededor del mundo (Orfinger y Goodding, 2018). Un caso especial es la presencia de esta familia en México (Contreras y col., 2006; Mendoza y col., 2007; Mendoza y col., 2009; Velázquez y col., 2013). El primer hallazgo de ejemplares de esta familia en cuencas hídricas de este país fue en el río Mezcala en el año 1995, pero gracias a la gran capacidad de adaptación en diversos ambientes, estas han tomado como hábitat diferentes cuencas del estado de Chiapas, como lo son los ríos Grijalva y Usumacinta (Mendoza y col., 2009).

Los peces diablo han generado diferentes impactos tanto sociales como ambientales, dentro de los cuales resaltan, la erosión de las cuencas hídricas, desplazamiento de especies nativas y la reducción de los ingresos de los pescadores (Nico y col., 2012), tanto así, que para el

año 2016 se reportó que cerca de un 80% de las capturas en las faenas de pesca estaba representada por peces diablo (Morales y col., 2016). Sin embargo, la mayoría de las investigaciones han sido enfocadas en presentar los resultados que ha traído la invasión de esta familia en las cuencas hídricas y poco o nada se sabe sobre cómo es la relación especie-hábitat y cuáles son las características de las especies que les permiten adoptarse a las condiciones de dichos hábitats (Pound y col., 2011). En este sentido los estudios acerca de la dieta de las especies ícticas contribuyen en la generación de conocimiento sobre cómo se está desarrollando su interacción con el medio, permitiendo entender los verdaderos impactos que tiene la introducción de una especie en un hábitat no nativo (Pound y col., 2011). Otro tipo de estudios, que ayudan a entender la relación entre una especie íctica y su entorno son los estudios biométricos, los cuales son de gran utilidad ya que brindan una estimación sobre la condición en la que se encuentran los peces en estudio (Zargar y col., 2012).

Por tal motivo se decide hacer un estudio para evaluar la viabilidad de la explotación agroindustrial de ejemplares *Pterygoplichthys pardalis*, *Pterygoplichthys disjunctivus* e híbridos obtenidos de la represa Malpaso en el estado de Chiapas, México a partir del desarrollo morfométrico, hábitos alimenticios y rendimientos de músculos y subproductos, generando así información que permita dar alternativas para mitigar el problema existente.

Planteamiento del problema

Colombia es considerado uno de los países con mayor biodiversidad, aspecto que le ha permitido desde la década de 1975 posicionarse como uno de los países más exportadores de peces ornamentales alrededor del mundo, tanto así, que para el 2015 se exportaron 16.118.624 individuos extraídos de los ríos Orinoco y Amazonas, de los cuales 138.474 individuos eran peces diablo (Gobierno de Caquetá, 2017). Sin embargo, es importante resaltar que debido a diferentes limitaciones político-administrativas esta actividad no es desarrollada de manera sostenible y problemáticas como la captura indiscriminada de ejemplares, desinformación acerca del control de las especies cautivas y el desarrollo de cultivos acuícolas con escasos controles y normas de manejo, han provocado serios problemas ambientales, entre los que se destaca la presencia descontrolada de algunas especies en cuencas hidrográficas de distintos países del mundo (Mendoza y col., 2009; Sánchez y Muñoz, 2015).

En México, en el año 1995 se reportó la presencia de ejemplares del género *Pterygoplichthys* en el río Mezcala, pero debido a la gran capacidad de adaptación, estas especies han colonizado diferentes cuencas en Chiapas (Mendoza y col., 2007). Entre los impactos que han generado las especies como *Pterygoplichthys pardalis*, *Pterygoplichthys disjunctivus* y algunos híbridos se reportan, la mortalidad de aves acuáticas (Devick, 1989), el desplazamiento de especies nativas (Aliaume y col., 1994), la erosión de las cuencas hídricas (Howard y col., 2009) y por considerarse vectores de parásitos no nativos (Rodríguez y col., 2016). Así como pérdidas económicas por efecto de la reducción de especies comerciales, daños en las redes de pesca y contaminación, debido a que estos peces suelen enredarse en las redes de pesca y los pescadores deciden abandonarlos al aire libre descomponiéndose y presentando como un riesgo para la salud (Velázquez y col., 2013).

La mayoría de las investigaciones sobre las especies *Pterygoplichthys* spp se basan en nuevos hallazgos, distribución e impacto (Govinda, 2010; Cano, 2011; Cruz, 2013; Bijukumar y col., 2015; Hossain y col., 2018) y existen pocos trabajos enfocados hacia el desarrollo de estrategias para el aprovechamiento comercial de estas (Mendoza y col., 2007), razón por la cual se hace necesario el desarrollo de estudios en lugares donde han causado mayor impacto, como es el caso de México, generando información acerca de los cambios que han sufrido al adaptarse a nuevos ambientes, por lo cual un primer aporte sería hacer un estudio sobre los hábitos alimenticios, aspectos morfométricos, rendimientos de músculos y subproductos que se obtienen de las especies, que permita tener un concepto claro sobre como estas hayan podido, quizás, ir cambiando morfológicamente para adaptarse, sus posibles nuevos hábitos alimenticios en los ambientes colonizados, al igual que los rendimientos de músculos y subproductos e indagar en sus posibles usos, aportando investigación a su lugar de origen, en este caso Colombia que sirva como herramienta para futuras mejoras ya sea en el control, manejo o aprovechamiento.

Con este trabajo se quiere dar respuesta al siguiente interrogante, ¿Es posible darles un aprovechamiento agroindustrial a ejemplares de *Pterygoplichthys* sp que hoy día invaden las cuencas hídricas del estado de Chiapas en México?

Justificación

La invasión de sistemas acuáticos por peces exóticos ha generado múltiples problemáticas ambientales convirtiéndose en la principal amenaza para la biodiversidad en diferentes ecosistemas del mundo. Algunas de las actividades humanas como la acuicultura y la cría en acuario (Lin y col., 2011) se consideran responsables directos del fenómeno de invasión de especies acuáticas, lo anterior debido a que estas actividades son realizadas de manera irresponsable y sin visión de sostenibilidad, lo que provoca que los animales en cautiverio se escapen a cuencas naturales y terminen colonizando (Chavez y col., 2006). Ejemplo de este fenómeno están las especies *Pterygoplichthys pardalis*, *Pterygoplichthys disjunctivus* y algunos híbridos (Weber, 2003; Page y Robins, 2006, Nico y col., 2012), las cuales son nativas del río Amazonas y que hoy día se han convertido en las especies que más impacto negativo han generado en diferentes fuentes hídricas del mundo incluyendo México (Contreras y col., 2006; Mendoza y col., 2007; Mendoza y col., 2009; Velázquez y col., 2013). Debido a su rápida adaptación y proliferación en diferentes hábitats se han categorizados como peces invasores y son de gran interés investigativo para hallar posibles soluciones a estos impactos (Mendoza y col., 2009). Sin embargo, el desconocimiento de los aspectos fisiológicos ha limitado en gran manera la posibilidad de desarrollar proyectos sostenibles que permitan la inclusión de la sociedad y el respeto del medio ambiente.

En este sentido, Colombia tiene una corresponsabilidad por la presencia de estas especies en otros países, esto debido a la falta de desarrollo de sistemas de gestión sostenible en la industria de peces ornamental y piscícola en el país, permitieron la propagación de diferentes especies fuera de Colombia. Por tal motivo, se deben realizar investigaciones en el marco de la sostenibilidad que permitan mitigar el impacto de especies invasoras en otros países, por lo cual

un primer paso debe ser la identificación de hábitos alimenticios, aspectos morfológicos y los rendimientos que se pueden tener del músculo, la piel y vísceras de cada pez y contribuir con información útil para darle un aprovechamiento agroindustrial y valor comercial a especies que hoy día no son aprovechadas.

Objetivos

Objetivo general

Evaluar la viabilidad de explotación agroindustrial de ejemplares de *Pterygoplichthys* sp, obtenidos de la represa Malpaso en el estado de Chiapas, México a partir del desarrollo morfométrico, los hábitos alimenticios y los rendimientos de músculos y subproductos.

Objetivos específicos

- Caracterizar morfométricamente los ejemplares de *Pterygoplichthys* sp.
- Identificar los hábitos alimenticios de los ejemplares de *Pterygoplichthys* sp.
- Evaluar los rendimientos de músculos y los subproductos (vísceras y piel) de ejemplares de *Pterygoplichthys* sp.

Estado del arte

Los Loricariidae del género *Pterygoplichthys* son originarios de las cuencas del río Orinoco, río Amazonas en Colombia y Brasil (Page y Robins, 2006), se consideran como especies invasoras debido a los impactos que han generado en diferentes cuerpos de agua por todo el mundo, entre ellos, la sedimentación y turbidez en ríos y embalses (Mendoza y col., 2007), así como las pérdidas económicas al dañar las redes usadas por los pescadores y reducción de la producción de especies en diferentes hábitats (Wakida y col., 2007). Lo anterior, ha llevado al estudio de estas especies, así lo demuestran las investigaciones de Morales y Ayala (2009) que estudiaron la especie *Pterygoplichthys pardalis* en la presa el “Infiernillo”, ubicada en Michoacán, donde reportaron tallas máximas de 30.5 cm, con un tipo de crecimiento alométrico positivo y un coeficiente de correlación de 0.93. Realizaron una caracterización de su dieta, la cual consistió en algas filamentosas bentónicas, detritos y materia orgánica acompañada de abundante lodo. Al mismo tiempo mencionaron que la especie cuenta con un sistema digestivo muy particular y complejo, un tracto intestinal alargado por donde transita el alimento y se lleva a cabo la digestión.

En Colombia no se tiene conocimiento detallado de la estructura trófica de las comunidades de peces, entre estas la familia loricariidae, razón por la cual en muchas ocasiones no se realiza un buen manejo de las especies y se generan problemáticas ambientales. Como iniciativa a contribuir en el aporte de conocimiento en estos temas, se han publicado estudios como el de Ramírez y Pinilla (2012), evaluaron los hábitos alimentarios, morfometría y estados gonadales de cinco especies de peces en diferentes períodos climáticos en el río Sogamoso (Santander-Colombia), encontrando que la especie *Chaetostoma cf. Thomsoni*, tiene presencia sólo en las zonas media y alta del río y su alimentación está constituida principalmente por

materia orgánica y en menor porcentaje por diatomeas. Igualmente, reportan que la especie *Sturisoma aureum* tiene presencia en la misma zona de captura de *Chaetostoma* cf. y destacan que la longitud y el peso del pez aumentan aproximadamente en la misma proporción, con una ligera preponderancia del peso sobre la talla de la especie.

Entre otros estudios para conocer sobre las especies invasoras Sánchez y col., (2015) estudiaron distribución de *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta, reportando la presencia de 3.967 ejemplares de este género en 6 asociaciones de macrófitas acuáticas en 6 zonas de humedales, confirmando su dispersión en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. Entre las especies, 90 ejemplares correspondieron al patrón ventral de pigmentación de *P. disjunctivus* y 884 al de *P. pardalis*. Así mismo afirman que en el restante 2.993 ejemplares entre juveniles y adultos la pigmentación fue confusa, argumentando que esta amplia variación en los patrones de pigmentación ventral presentadas en la cuenca Grijalva-Usumacinta sustenta la posible hibridación entre ambas especies. Además, reportan que entre las 6 asociaciones de macrófitas acuáticas la especie *Vallisneria americana* Michx sobresale puesto que alberga la mayor diversidad de crustáceos y peces en la reserva de la biosfera pantanos de Centla y en otros humedales, viéndose, así como una de las especies más afectadas por los peces del género *Pterygoplichthys* ya que al momento de alimentarse estos las desenraizan para buscar su alimento en el sedimento.

Tisasari y col., (2016) realizaron un análisis del contenido estomacal de *Pterygoplichthys pardalis* del distrito Sekaki Aire Hitam río Payung, provincia de Riau, tomando una muestra de 91 ejemplares del *Pterygoplichthys pardalis*, hallando que el alimento principal de la especie son cianobacterias en peces pequeños entre 9.1 a 12.4 cm de longitud total, mientras que los peces grandes de más de 29.5 cm de longitud total tienden a consumir diatomeas y tallas más grandes

crustáceos. Además, lograron identificar que los machos comen cianobacterias y las hembras consumen diatomeas. Así mismo, los peces con un nivel de madurez bajo (2° y 3° de madurez) tienden a comer *Chlorophyceae* y *Bacillariophyceae*, mientras que los maduros prefieren consumir *Chlorophyceae*. Concluyendo que su dieta es variada y está relacionada con el tamaño corporal, el sexo y el nivel de madurez de la gónada.

Por su parte, Elfidasari y col., (2016) realizaron un estudio morfométrico y merístico de plecos comunes (loricariidae) sobre la región de Jakarta del sur del río ciliwung en el cual reportaron que las mediciones morfométricas en plecos reflejaron que tienen un tamaño corporal bien establecido, las características morfológicas de los peces están completas y no cambian. Las longitudes totales de *P.pardalis* variaron de 22.1 a 39.7 cm, de la especie *P.disjunctivus* solo obtuvieron una muestra con una longitud de 26.5 cm, e híbridos de 18.5 a 41.35 cm, en cuanto a los caracteres merísticos reportaron que no mostraron diferencias entre las especies, considerando esto como una dificultad para identificar una especie de otra.

Pérez y col., (2017) en su estudio sobre la evaluación sensorial de galletas adicionadas con harina de pez diablo estudiaron la sustitución de harina de trigo por harina de músculo de pez diablo en galletas horneadas con proporciones de 1, 3 y 5%. La harina de músculo de pez diablo presentó un análisis proximal de proteínas (20.5 ± 0.10), grasas (5.5 ± 0.15), cenizas (5.5 ± 0.11) y humedad (9.0 ± 1.22), con una carga microbiana por debajo de las especificaciones de la Norma Oficial Mexicana para harinas de consumo humano. Como resultados obtuvieron que el tratamiento con mayor aceptación sensorial fue el de 5% de sustitución, argumentando que esto se debió a la concentración adecuada de proteínas para producir efectos positivos en el aspecto, aroma, sabor y color. Concluyendo que la adición de harina de pez diablo en galletas es

una estrategia efectiva para incrementar la concentración de proteínas sin detrimento de las características organolépticas, así como para aprovechar un recurso natural no explotado.

Anguebes y col., (2019) en su estudio sobre las propiedades físicas y químicas del biodiesel obtenido a partir del aceite de biomasa de bagre de pez vela del amazonas (*Pterygoplichthys pardalis*) usaron una muestra de 100 ejemplares de *P. pardalis*, el cual se aprovechó en su totalidad para la elaboración de biodiesel, obteniendo un rendimiento 90.71%. Indicando, además, la viabilidad de fabricar biodiesel utilizando aceite de biomasa de bagre de pez vela como materia prima de bajo costo. Argumentando que esta representa una opción ambiental para mitigar un problema global de contaminación atmosférica y, al mismo tiempo, muestra una alternativa comercial para reducir el impacto ecológico causado por este pez en los diversos ecosistemas a los que se ha extendido. Igualmente, la gran adaptabilidad de este pez brinda la posibilidad de un proceso rentable para tener tasas muy altas de reproducción y crecimiento, permitiendo la generación de grandes cantidades de biomasa para la producción de biodiesel.

Marco teórico

La familia Loricariidae es considerada una de las más grandes y diversa de los bagres blindados del orden Siluriformes, con cerca de 90 géneros y 690 especies nativas de América del Sur y América Central (Nelson y col., 2016). Por su parte, el género *Pterygoplichthys* es un grupo de aproximadamente 15 especies distribuidas en América del Sur desde la cuenca del río Paraná y al norte hasta las cuencas de los ríos Orinoco y Amazonas (Weber, 1992; Armbruster y Page, 2006). En los últimos años este género junto con sus híbridos se ha introducido ampliamente fuera de sus rangos nativos, tanto así, que se han reportado poblaciones en aguas continentales de América del Norte y Central, Asia meridional y oriental, y varias islas de las regiones del Indo-Pacífico y el Caribe (Fuller y col., 1999; Nico y col., 2009; Ng y Tan, 2010). El género *Pterygoplichthys* son típicamente peces que viven en el fondo, caracterizados por un cuerpo deprimido cubierto por grandes placas óseas, un par único de barbillas maxilares y una boca de succión ventral (Covain y Fisch, 2007), (*Figura 1*). Su boca ventosa le permite la adherencia al sustrato incluso en agua que fluye rápidamente y, en combinación con dientes especializados, es una adaptación para la alimentación al raspar los sustratos sumergidos para consumir sus alimentos (Nico y col., 2009).

Las especies *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) y *Pterygoplichthys disjunctivus* (Weber, 1991) pertenecen a la familia Loricariidae y son originarias de Sudamérica (cuenca del Amazonas), Panamá, Costa Rica, Brasil y Bolivia (Armbruster y Page, 2006; Gibbs y col., 2008; Nelson y col., 2016). Estos exóticos peces son populares entre acuaristas debido a sus hábitos algívoros y características ornamentales (Valencia, 1998). Tienen una reproducción precoz y altas tasas reproductivas. Morfológicamente cuentan con atributos como el desarrollo de placas óseas, escamas con fuertes espinas, estómagos vascularizados que se componen de varios vasos

sanguíneos y le funcionan como pulmón permitiéndoles respirar aire atmosférico en condiciones de hipoxia y resistir a la desecación de cuerpos de aguas superficiales por varios días, caracterizándoles como especies de fácil adaptación (Mendoza y col., 2007). Conocidas por ser invasoras, causantes de diferentes impactos sociales, ambientales y económicos en países como Hawái, México, Puerto Rico y los Estados Unidos (Burr y Page, 1991; Ludlow y Walsh, 1991; Aliaume, y col., 1994; Chavez y col., 2006), y países del sudeste asiático, incluidos Singapur, Vietnam, Malasia e Indonesia en las islas Java y Sumatra (Liang y col., 2005; Page y Robins, 2006; Levin y col., 2008).



Figura 1. Ejemplar capturado en la represa Malpaso, Chiapas, México. Fuente: Creación propia.

Medidas morfométricas y merísticas

Inicialmente los estudios morfológicos se basaban en la descripción de las estructuras de las especies y no se tenía en cuenta la cuantificación de las mismas (Toro y col., 2010), fue entonces para el año 1917 que Thompson en su publicación *On growth and form*, D'Arcy, propuso el uso de las matemáticas como herramienta para el estudio de la morfología, sugiriendo que las formas corporales dependían de la tasa de crecimiento en los organismos y que el

crecimiento ocurría en múltiples direcciones y con ello llegó entre otros métodos, morfometría tradicional y el método de Truss (Thompson, 1942).

El método Truss consiste en capturar la silueta o geometría de los organismos a partir de una serie de cuadrantes contiguos, limitados por estructuras corporales homólogas que permiten la localización de estructuras morfológicas de manera objetiva (Strauss y Bookstein, 1982).

Por su parte, la morfometría tradicional consiste en las mediciones morfométricas y merísticas de los peces. Las medidas morfométricas examinan el tamaño y la forma del pez usando un rasgo medible, tal como la longitud estándar, longitud total, longitud dorsal, longitud anal, entre otras mediciones. Mientras las medidas merísticas cuantifican números de radios (aleta dorsal, aletas pectorales y caudal, entre otros) así como número de placas (González, 2017).

Este último ha sido ampliamente utilizado para la identificación y caracterización de peces, así como para estudiar las variaciones morfológicas ocurridas en los peces como resultado de su adaptación a diversas condiciones medioambientales o cambios de hábitats. Además, son utilizados para clasificar taxones, a veces hasta el nivel de especie o nivel de subespecies. En las claves dicotómicas, estos conteos y mediciones pueden ayudar a identificar una especie particular de peces (George y Arancibia, 1992; Cortés y col., 1996; Oyarzún, 1997; Hernández y col., 1998; González, 2017).

Análisis del contenido estomacal

El análisis de contenido estomacal se considera una herramienta útil para conocer cómo y en qué nivel trófico un pez interactúa en su medio con otros peces, animales y vegetales. Estos análisis han sido de gran utilidad para el desarrollo de estrategias en manejo de especies, ya sea

por amenaza, invasión o peligro de extinción. De igual manera, permite conocer o identificar el espectro trófico en la cadena alimentaria y analizar si tiene preferencia hacia algún tipo de alimento en particular, al tiempo que se genera conocimiento para comprender como ocurren los ciclos energéticos en ecosistemas acuáticos (Bajeca, 2016).

Métodos cuantitativos

Inicialmente, el estudio del contenido estomacal se limitaba en la interpretación cualitativa o cuantitativa de las presas en la dieta y esto solo servía para determinar la importancia de cada presa en los hábitos de su depredador. Luego Hyslop (1980) realiza la primera revisión de métodos cuantitativos para el estudio de hábitos alimenticios en peces y más tarde, Cortés (1997) publica las técnicas estadísticas adecuadas en análisis de contenidos estomacales. En la revisión realizada por Hyslop (1980) sobre los métodos cuantitativo resaltan el porcentaje en números (%n) y el porcentaje de ocurrencia (%F), siendo estos los más utilizados.

Porcentaje de ocurrencia (%F): es considerado el índice más sencillo ya que los datos son relativamente fáciles de obtener. Usa el número de estómagos en los que aparece determinada presa (grupo trófico) y se obtiene mediante la siguiente fórmula: $FO = (n/N)100$. Donde n: número de estómagos en que aparece el alimento y N: número total de estómagos estudiados multiplicado por 100 (Hyslop, 1980).

Detritos

El término detritos es utilizado por diferentes autores para definir algún tipo de material del cual se alimentan los peces y este puede variar según la definición del autor. Wetzel (1975) hace referencia al término como todo material particulado no vivo en ecosistemas acuáticos que

proviene de cualquier nivel trófico, en el cual es posible incluir las fuentes alóctonas. Por su parte, Boling y col., (1975) los definen como toda materia orgánica particulada, menor a 0.45- μ m de diámetro de partícula, que se componen de carbono reducido, unido a microbiota como hongos, bacterias, protozoos y otros microinvertebrados. Estos autores incluyen a los microorganismos como parte de los detritos debido a su estrecha relación entre ellos y el sustrato orgánico y consideran que su independencia es nula en la naturaleza, además, que las técnicas de separación eficientes aplicables a los detritos recolectados en el campo son inexistentes.

También, se conoce como una mezcla de materia orgánica particulada (partículas muertas y vivas como algas, hongos y bacterias), que comúnmente es llamado agregado detrítico (Bowen y Dundas, 1984).

Los detritos se encuentran entre las fuentes alimentarias más importantes y son uno de los primordiales enlaces para el ciclo de la materia orgánica en los ecosistemas de agua dulce (Wetzel, 1975), siendo los peces los principales usuarios de este recurso.

Materia orgánica

La materia orgánica se describe como una mezcla binaria de miembros finales terrestres (materiales alóctonos) y acuáticos (materiales autóctonos). Esta mezcla está compuesta por fragmentos o restos de plantas y animales que en algunos estados son fáciles de reconocer. Y es denominada materia orgánica disuelta, en el momento que el material es intervenido químicamente o por organismos del medio e inicia su descomposición. Su peso molecular puede variar desde unos pocos cientos a 100.000 daltons, al encontrarse en el rango de tamaño coloidal, y está compuesta principalmente de una mezcla compleja de estructuras de hidrocarburos

aromáticos y alifáticos que tienen unidos amida, carboxilo, hidroxilo, cetona y varios grupos funcionales menores (Leenheer y Croué, 2003; Perdue y François, 2007; Wright y Reddy, 2009).

Metodología

Área de estudio

La zona de muestreo se encuentra ubicada en la represa de Malpaso la cual pertenece a la cuenca hidrológica Grijalva-Villahermosa y es considerada el segundo embalse artificial más grande del estado, situada sobre la Colonia Plan de Ayala en el estado de Chiapas, México, con coordenadas geográficas 17°28'14.3" N y 93°28'51.9" W. Se realizó un único muestreo al azar en el mes de noviembre y mediante el método de trasmallo se capturaron 54 ejemplares los cuales fueron transportados en hieleras a 4°C y llevados al laboratorio de análisis bromatológico del Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez para su estudio.

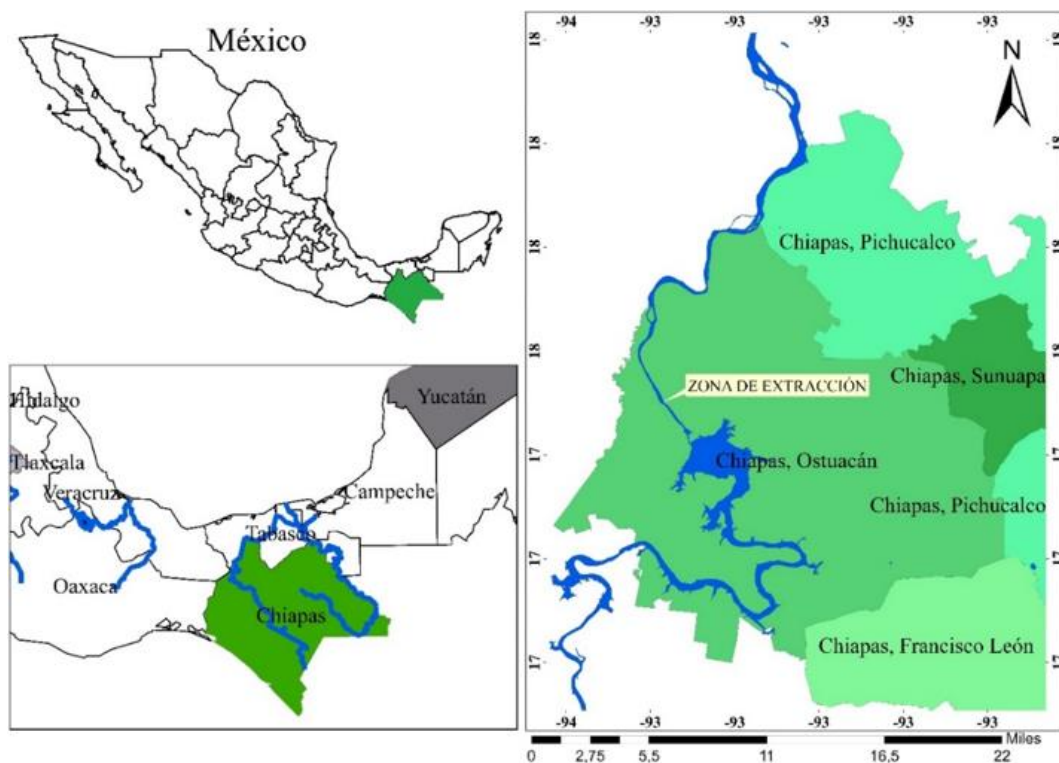


Figura 2. Ubicación de la represa Malpaso, Colonia Plan de Ayala, Chiapas. Fuente: Creación propia.

Identificación de especímenes mediante patrón abdominal

Siguiendo la metodología de Bijukumar y col., (2015) sobre identificación de especies mediante patrón abdominal se realizó una clasificación de las posibles especies que se tenían en la muestra extraída de la represa Malpaso. Para esto se utilizó la *Figura 3* donde se tienen representados los patrones abdominales de las diferentes especies *Pterygoplichthys* spp.

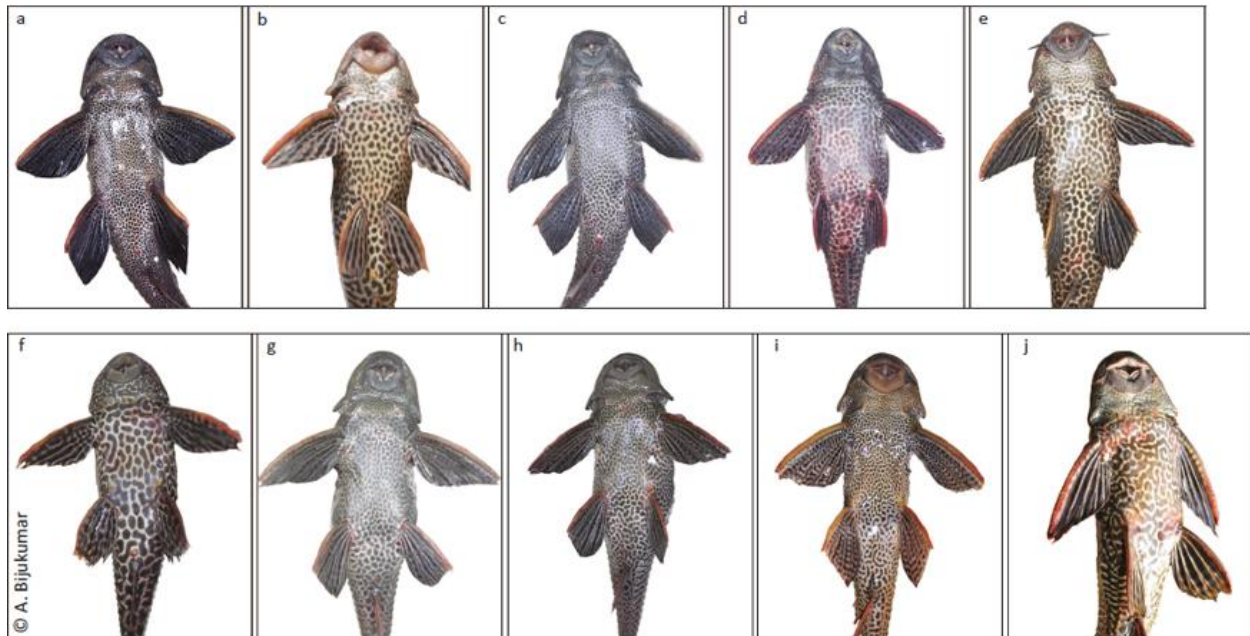


Figura 3. Patrón Abdominal de varios especímenes de *Pterygoplichthys* spp.: a-b – grupo de especie *P. pardalis*; c-h – Híbrido; i-j – grupo de especie *P. disjunctivus*. Fuente: Bijukumar y col., (2015).

Análisis morfológico

Con la ayuda de un vernier digital, una regla y un cordón se tomaron 27 medidas morfométricas siguiendo la metodología de Elfidasari y col., (2016): Longitud estándar (LE), Longitud total (LT) , Longitud predorsal (LPD), Longitud preanal (LPA) , Longitud prepélvica (LPP), Longitud prepectoral (LPT), Longitud de la columna dorsal (LCD), Longitud de la aleta dorsal (LAD), Longitud de la base de la aleta dorsal (LBD), Longitud de la base de la aleta anal (LBA), Longitud de la aleta pélvica (LAP), Longitud de la aleta pectoral (LAPT), Longitud de la

espinas pectorales (LEP), Longitud de la aleta caudal (LAC), Longitud de la base de la aleta adiposa (LBAA), Altura máxima de la aleta adiposa (AMAA), Final de la aleta dorsal al inicio de la aleta adiposa (FDIA), Distancia post-adiposa (DPA), Longitud del pedúnculo caudal (LPC), Profundidad del pedúnculo caudal (PPC), Profundidad del cuerpo al ano (PCA), Longitud de la cabeza (LC), Ancho de la cabeza (AC), Profundidad de la cabeza (PC), Longitud del hocico (LH), Distancia interorbital (DI) y Diámetro ocular (DO) (*Figura 4*).

Adicionalmente se realizó el conteo de 9 caracteres merísticos: Radios de la aleta dorsal (RAD), Radios de la aleta anal (RAA), Radios de la aleta caudal (RAC), Radios de la aleta pectoral (RAPT), Radios de la aleta pélvica (RAP), Placas de línea lateral (PLL), Placas dorsales (PD), Placas post-anales (PPA) y Placas entre la base de la aleta dorsal y la aleta adiposa (PDAA) según Bijukumar y col., (2015).

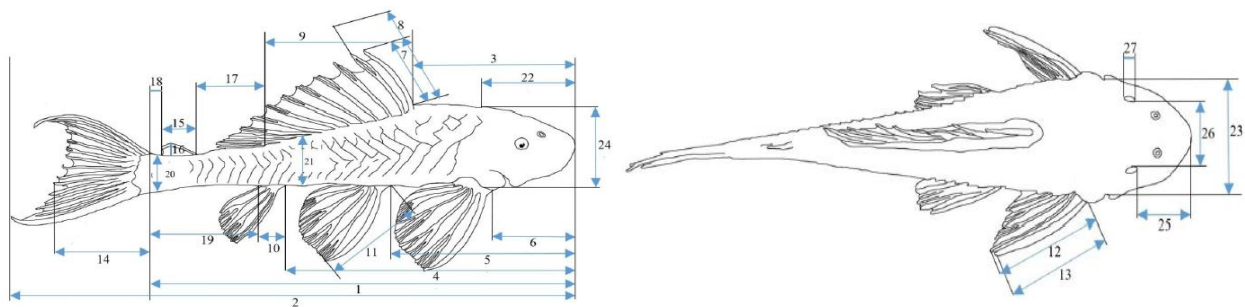


Figura 4. Medidas morfométricas del pez diablo (1. (LE), 2. (LT), 3. (LPD), 4. (LPA), 5. (LPP), 6. (LPT), 7. (LCD), 8. (LAD), 9. (LBD), 10. (LBA), 11. (LAP), 12. (LAPT), 13. (LEP), 14. (LAC), 15. (LBAA), 16. (AMAA), 17. (FDIA), 18. (DPA), 19. (LPC), 20. (PPC), 21. (PCA), 22. (LC), 23. (AC), 24. (PC), 25. (LH), 26. (DI) y 27. (DO)). Fuente: Elfidasari y col., (2016).

Rendimiento de músculo y subproductos

Una vez tomadas las medidas morfométricas e identificados mediante patrón abdominal se procedió a tomar peso total, separar músculo, piel y vísceras para determinar su representación en peso total.

Preparación del material biológico

El tracto digestivo de cada ejemplar se almacenó en alcohol al 70% a -10°C para su conservación. Para la obtención del contenido estomacal, se usó un equipo de bisturí y se realizó una incisión longitudinal a los estómagos, se lavaron con 10 mL de agua destilada hasta obtener la totalidad del material objetivo para su posterior análisis (Trujillo y col., 2016).

Análisis cualitativo del contenido estomacal

Para este análisis se siguieron diferentes criterios, para determinar el grado de repleción se usó la escala de Stillwell y Kohler (1982), quienes clasifican estómagos vacíos al presentar 1 a 25%, semi-vacío de 26 a 50%, semi-lleno de 51 a 75% y lleno de 76 a 100% del contenido. El estado de digestión gástrica fue clasificado según Laevastu (1980), en tres categorías I= fresco; II=medio digerido y III= digerido.

Para identificar los grupos tróficos se aplicó la metodología planteada por Bajeca (2016), la cual consistió en tomar muestras del estómago de cada ejemplar y observar bajo microscopio óptico con objetivos de 40X y 100X, identificando así las presas. Posteriormente, se realizó la identificación de las especies encontradas siguiendo las características morfológicas presentadas en la Guía práctica para la terminación genérica de algas macroscópicas de agua dulce (Chauvin y col., 2014) y otras fuentes.

Análisis cuantitativo del contenido estomacal

Para el desarrollo del análisis cuantitativo se calculó el Índice de Ocurrencia (FO), el cual consiste en determinar el porcentaje de frecuencia de un tipo de alimento (grupo trófico), teniendo en cuenta la siguiente formula: $FO = (n/N)100$. Donde n: número de estómagos en que aparece el alimento y N: número total de estómagos estudiados; para categorizarlo en: > 50% primario; $\leq 50 - \geq 10\%$ secundario y < 10% incidente (Bandach y col., 1977).

Análisis de condición de las especies

Para estimar las condiciones de nutrición, buen crecimiento y salud de los peces se aplicó el índice de Fulton (K), mediante la fórmula $K = 100 (W / L^3)$, donde W: es el peso corporal húmedo en gramos y L: la longitud en cm (Ricker, 1975).

Además, para caracterización del crecimiento en los peces se hizo la relación peso-longitud mediante la función alométrica $P = a L^b$, donde P: es el peso g y L: la longitud en cm del pescado, a: es el factor de condición y b: es el coeficiente de alometría, que es un indicador del tipo de crecimiento que exhibe la especie y b se puede presentar de la siguiente manera: Cuando $b > 3$, es alométrico positivo, lo que indica que los individuos han incrementado su peso en mayor proporción que su longitud. Cuando $b < 3$, es alométrico negativo, los individuos incrementan preferencialmente su longitud relativa más que su peso. En cambio, cuando $b = 3$, es isométrico, lo que indica que el individuo mantiene su forma al crecer (Riker, 1975; Infante y Zárate, 1990; Hopkins, 1992; Santos y col., 2006).

Análisis de intestinos

Como complemento para la identificación de la dieta del pez diablo, se tomaron muestras de intestinos y se observó bajo microscopio en 40X y 100X. En cuanto a la medición, con la ayuda de una regla se tomó la medida de los intestinos de cada ejemplar y se estableció la relación longitud intestinal / longitud total de acuerdo con la escala de Brusle (1981), la cual plantea lo siguiente: 0.5 a 0.7, planctófagos; 0.5 a 2.4, carnívoros; y 3.7 a 6.0, herbívoros, al igual que la longitud relativa del intestino, la cual se calcula mediante la relación longitud intestinal / longitud estándar, donde si <1 indica una dieta carnívora, entre 1 y 3 omnívora y >3 herbívora, con énfasis en material vegetal o detritos (Ward y col., 2005).

Análisis estadístico

Se estableció una relación existente entre la longitud y el peso, así como el factor de condición (K), por medio de una regresión lineal.

Se realizó un ANOVA Simple a las medidas morfométricas, el peso y el factor de condición (K) para establecer diferencias entre las especies.

Resultados y discusión

Identificación de especímenes mediante patrón abdominal

Las especies del género *Pterygoplichthys* son tan parecidas que es difícil diferenciarlas entre sí, y solo en función de la naturaleza de sus patrones abdominales o por análisis de biología molecular es posible reconocerlas (Nico y col., 2012; Bijukumar y col., 2015; Elfidasari y col., 2016). El patrón abdominal de la especie *P. pardalis* consistió en unas manchas negras discretas en la zona ventral del cuerpo (*Figura 5a*). Mientras que en el *P. disjunctivus* eran vermiculaciones claras y oscuras formadas como resultado de la coalescencia de manchas (*Figura 5b*). En cuanto al patrón abdominal de los híbridos, este se presentó como una serie de manchas con coalescencia limitada (*Figura 5c*). Caracteres similares fueron reportados por Burr y Page (1991); Page y Robins (2006), Nico y col., (2012) y García y col., (2017) en sus estudios del género *Pterygoplichthys*, peces grandes con coloración oscura en el cuerpo con un patrón reticulado para *P. disjunctivus*, y la especie *P. pardalis* tienen un patrón manchado en el abdomen. Lin y col., (2011) en su estudio para la identificación de especies exóticas de aletas de vela (*Pterygoplichthys*, Loricariidae) en Taiwán, reportaron los mismos patrones abdominales de las especies antes mencionadas y también hacen referencia a las especies híbridas entre *P. disjunctivus* y *P. pardalis* las cuales se caracterizaban por tener este color de base claro y vermiculaciones interrumpidas. Como resultado de este análisis se obtuvieron, 8 ejemplares de la especie *Pterygoplichthys pardalis*, 21 *Pterygoplichthys disjunctivus* y 25 híbridos.

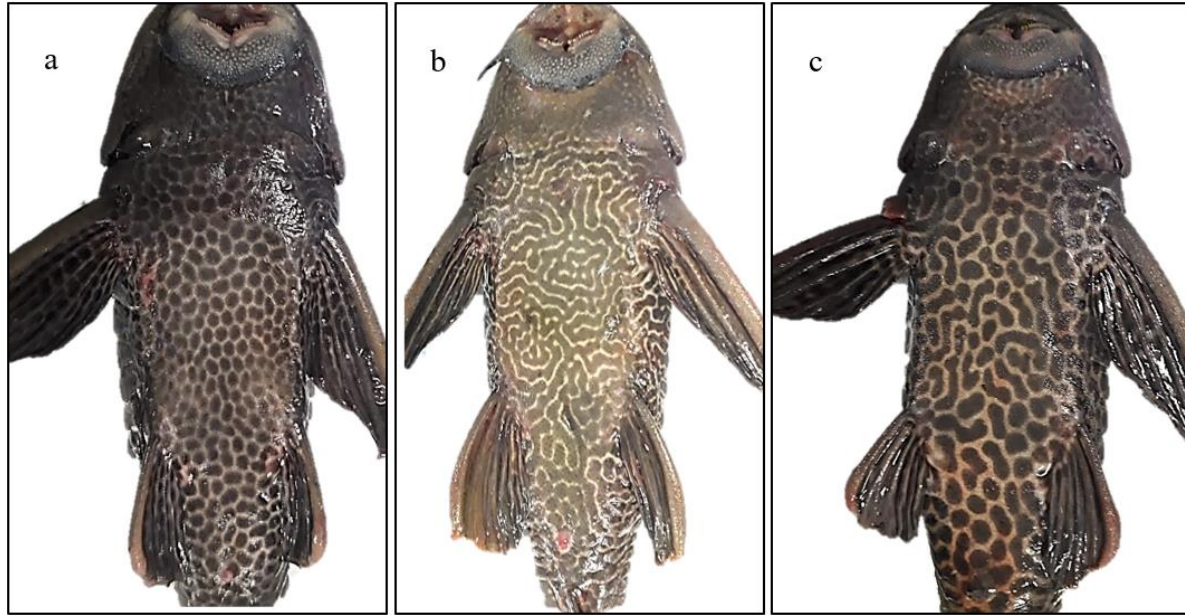


Figura 5. Patrón abdominal de las especies *P. pardalis* (a), *P. disjunctivus* (b) e Híbrido(c) extraídas de la represa Malpaso, Chiapas. Fuente: Creación propia.

Relación longitud - peso

El promedio de peso de los 54 ejemplares fue de 373.3 g y el rango de peso total estuvo entre 191.6 y 586.4 g. En cuanto a las tallas, se tuvo un promedio de 37.19 cm, con rangos entre 31.5 y 44 cm. Las especies que se caracterizó por presentar mejor promedio tanto en peso como talla fueron los híbridos (*tabla 1*).

Tabla 1

Promedio y rango de pesos y tallas de las especies *P. pardalis*, *P. disjunctivus* e Híbridos.

Especie	Peso promedio (g)	Rango	Talla promedio (cm)	Rango
<i>P. pardalis</i>	310.7	191.6 - 380.4	34.8	31.5 - 37.6
<i>P. disjunctivus</i>	382.1	328.8 - 586.4	37.4	32 - 42.4
Híbridos	385.7	269.6 - 541.1	37.7	33.5 - 44

Fuente: Creación propia.

Dichos resultados apuntan que los ejemplares evaluados eran adultos, ya que estas especies adquieren la madurez sexual a los 25 cm de longitud total (Capps y col., 2011; Wakida y Amador 2011). Las tallas de los ejemplares capturados durante este estudio, coinciden con lo reportado por Nico y col., (2012), quienes registraron tallas de 27 y 58.5 cm y pesos 189 y 2066

g de ejemplares de *P. pardalis*, *P. disjunctivus* y una posible hibridación entre estas dos especies en el río Santa Fe y río Suwannee, Estados Unidos y con lo reportado por Álvarez y col., (2015) en especímenes de género *Pterygoplichthys* capturados en el río Chumpan de México con tallas de 28.7 y 36.0 cm y pesos de 188 y 321 g.

En cuanto a los valores de (b) en la relación longitud-peso indicaron que los ejemplares capturados se caracterizaron por tener un tipo de crecimiento alométrico (-) para todas las especies (Tabla 2), lo que indica que los individuos están incrementando preferencialmente su longitud relativa más que su peso (Riker, 1975; Infante y Zárate, 1990; Hopkins, 1992; Santos y col., 2006), Este tipo de crecimiento no coincidió con los reportados por Cruz (2016), para las especies *P. pardalis* y *P. disjunctivus*, ya que presentaron un crecimiento alométrico positivo e isométrico respectivamente. Pero si coincidieron con los de Wakida y Amador (2011) cuyos valores fueron menores a 3 y afirman junto con Samat y col., (2008) que estas especies empiezan a ser más delgados conforme crecen. Es importante resaltar que las diferencias o similitudes respecto al valor de (b) además de ser atribuidas a factores intrínsecos (genéticos) de las especies, se relacionan también con el hábitat y la época del año (Gómez y Guzmán, 1998).

Tabla 2

Media del factor de condición (a), coeficiente de alometría (b) correlación entre la relación peso-longitud (R^2) y tipo de crecimiento de las especies *P. pardalis*, *P. disjunctivus* e Híbridos.

Especies	a	b	R^2	Tipo de crecimiento
<i>P. pardalis</i>	0.73	1.70	0.62	Alométrico (-)
<i>P. disjunctivus</i>	0.71	1.73	0.87	Alométrico (-)
Híbridos	0.71	1.73	0.85	Alométrico (-)

Fuente: Creación propia.

Condición de las especies

Se determinó en el índice de Fulton (K) a cada uno de los ejemplares el cual osciló en 0.60 y 0.89. De manera particular, *P. pardalis* tuvo en promedio un valor K de 0.73, mientras que

las especies *P. disjunctivus* y los híbridos tuvieron un K de 0.71 (tabla 2) y en la figura 6.

Ninguna de las especies estudiadas presentan una diferencia estadísticamente significativa ($p < 0.05$), pudiéndose estimar que cada una de estas se encuentra en buen estado de crecimiento (Fulton, 1902). No obstante, al presentarse un valor por debajo de 0.9, se puede inferir que alguna de las condiciones como el crecimiento, nutrición o salud, pueden estar siendo afectadas por factores como ciclos reproductivos, la disponibilidad de alimentos, así como el hábitat y los factores ambientales (Morato y col., 2001). Además, que la adaptación de las especies en la represa no es excelente (Jisr y col., 2018), lo cual en especies invasoras no es sorpresa, por el contrario, da constancia de la buena adaptación de estas en nuevos ecosistemas.

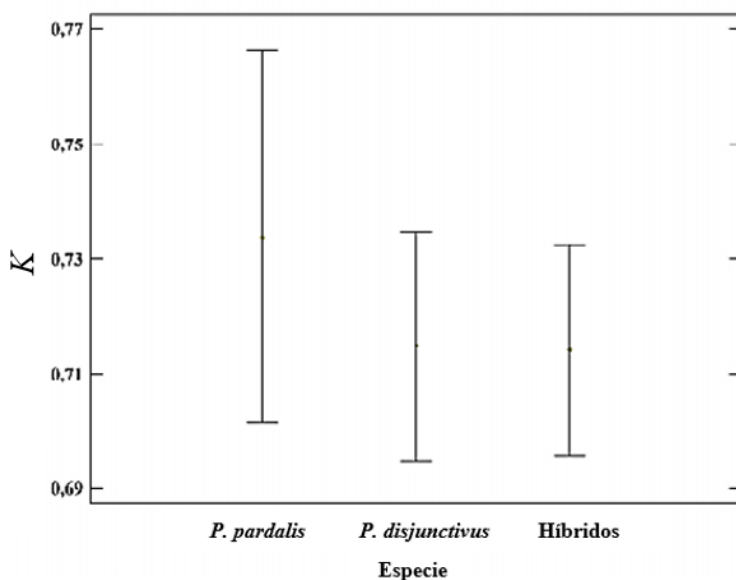


Figura 6. Medias del índice de Fulton (K) de *P. pardalis*, *P. disjunctivus* e Híbrido por el test de LSD. Fuente: Creación propia.

Análisis morfológico

Respecto a los resultados de las medidas morfométricas se observó que los ejemplares de *P. pardalis* presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) con respecto a *P. disjunctivus* y los híbridos en las medidas LE, LT, LPP, LPT, LC. Sin embargo, estas mismas medidas entre *P.*

disjunctivus e híbridos no presentaron diferencias. *P. disjunctivus* solo presentó diferencias significativas ($p<0.05$) en las medidas LPA, LBD, LAP, AMAA, DPA, DI con respecto a *P. pardalis*. Por su parte, los híbridos presentaron diferencias ($p<0.05$) con *P. pardalis* y *P. disjunctivus* en la medida LPD, misma que no hubo diferencias entre estas dos especies. En cuanto a las medidas PC y LH solo presentó diferencia ($p<0.05$) entre *P. pardalis* e híbridos (Tabla 3).

Las especies comparten mediciones morfométricas similares y muestran ligeras variaciones con las medias dadas por Herrera (2012) con LT de 20 a 32 cm para *P. pardalis*, medidas que también se obtuvieron en el presente trabajo. Así como los resultados de las medias de LPD, LBD, LPA y FDIA con valores de 11.4, 10.5, 20.5 y 4.1 respectivamente de Bijukumar y col., (2015) y se difiere con lo reportado por Elfidasari y col., (2016) con las tres especies estudiadas en este trabajo, solo logrando una similitud con la media de la medida LBAA de las especies *P. pardalis* e híbridos con valores de 1.4 y 1.3 cm.

Tabla 3
Media de las medidas morfométricas \pm desviación estándar.

Medida morfométrica	Especie		
	<i>P. pardalis</i>	<i>P. disjunctivus</i>	Híbrido
LE	25.52 \pm 2.26b	27.77 \pm 3.11a	28.19 \pm 2.32a
LT	34.82 \pm 2.2b	37.46 \pm 3.27a	37.73 \pm 2.65a
LPD	10.38 \pm 0.8b	10.73 \pm 1.26b	11.59 \pm 0.86a
LPA	19.08 \pm 1.84b	20.42 \pm 1.9ab	20.83 \pm 1.47a
LPP	12.89 \pm 1.15b	13.91 \pm 1.43a	14.04 \pm 0.96a
LPT	7.38 \pm 0.87b	8.4 \pm 0.98a	8.36 \pm 0.73a
LCD	5.89 \pm 0.68a	5.82 \pm 0.82a	5.95 \pm 0.39a
LAD	5.39 \pm 0.5a	5.22 \pm 0.5a	5.42 \pm 0.57a
LBD	9.07 \pm 0.94b	9.5 \pm 0.96ab	10.15 \pm 1.27a
LBA	5.58 \pm 6.09a	5.56 \pm 5.59a	3.77 \pm 5.1a
LAP	4.83 \pm 0.42b	5.21 \pm 0.54ab	5.24 \pm 0.42a
LAPT	6.99 \pm 0.49a	7.13 \pm 0.58a	7.21 \pm 0.61a
LEP	7.57 \pm 0.8a	7.62 \pm 0.83a	7.9 \pm 0.83a
LAC	6.43 \pm 0.48a	6.49 \pm 0.72a	6.7 \pm 0.8a
LBAA	1.71 \pm 0.2a	1.87 \pm 0.38a	1.84 \pm 0.44a
AMAA	0.81 \pm 0.18b	0.91 \pm 0.16ab	0.76 \pm 0.22a
FDIA	4.24 \pm 0.53a	4.63 \pm 0.6a	4.62 \pm 0.58a
DPA	1.01 \pm 0.24b	1.23 \pm 0.24ab	1.17 \pm 0.22a
LPC	6.6 \pm 0.69b	7.46 \pm 1.02a	7.47 \pm 1a
PPC	2.24 \pm 0.18a	2.4 \pm 0.27a	2.43 \pm 0.33a
PCA	3.3 \pm 0.24a	3.54 \pm 0.34a	3.54 \pm 0.31a
LC	7.74 \pm 0.89b	8.72 \pm 0.9a	8.62 \pm 0.88a
AC	6.33 \pm 0.73a	6.69 \pm 0.57a	6.71 \pm 0.5a
PC	5.65 \pm 0.38b	6.12 \pm 0.61ab	6.14 \pm 0.63a
LH	4.7 \pm 0.46b	5.05 \pm 0.61ab	5.18 \pm 0.58a
DI	3.39 \pm 0.21b	3.56 \pm 0.38ab	3.65 \pm 0.26a
DO	1.12 \pm 0.05a	1.15 \pm 0.11a	1.14 \pm 0.14a

Nota. Diferentes letras en las columnas representan diferencias significativas ($p < 0.05$). Fuente: Creación propia.

Con relación a los caracteres merísticos las especies no presentaron diferencias significativas ($p < 0.05$) en las siguientes medidas RAD, RAA, RAPT y RAP con valores de 11 a 12, 4, 6 y 5 respectivamente. Por otro lado, aunque no se encontraron diferencias significativas ($p < 0.05$) entre las tres especies con respecto a los siguientes caracteres RAC, PLL, PD y PDAA, estas presentaron variaciones, *P. pardalis* presentó valores 14, 27 a 29, 3 y 6 a 7, *P. disjunctivus*

13 a 15, 28 a 29, 3 y 5 a 7, mientras que los híbridos 13 a 14, 28 a 33, 3 a 4 y 5 a 7. La especie *P. pardalis* presentó diferencia significativa ($p<0.05$) en la medida PPA con respecto a *P. disjunctivus* e híbridos (Tabla 4).

Los caracteres merísticos de las 8 muestras del *P. pardalis* coincidieron con resultados de (Álvarez y col., 2015) y (Mularidharan y col., 2015). El resultado de Álvarez y col., (2015) mostró que RAD y RAPT tiene un número de 11 a 12 y 5 a 6. Así mismo, Muralidharan y col., (2015) mostraron que RAD, RAC, RAPT y PLL tiene un número 12, 14, 6 y 26 a 32.

Las 21 muestras *P. disjunctivus* tampoco presentaron diferencias con los resultados de (Álvarez y col., 2015) y (Ozdilek, 2007). Los resultados de Álvarez y col., (2015) mostraron que el número de caracteres en RAD y RAPT de esta especie eran 11 a 12 y 6. En cuanto a lo reportado por Ozdilek (2007) mostró que el número de caracteres hallados en un solo espécimen de *P. disjunctivus* en las medidas RAD, RAC, RAP, PLL, PPA y PDAA fue de 10, 14, 5, 29, 14 y 7 respectivamente.

Tabla 4
Media de las medidas Merísticas \pm desviación estándar.

Medida merística	Especie		
	<i>P. pardalis</i>	<i>P. disjunctivus</i>	Híbrido
RAD	11.63 \pm 0.52a	11.58 \pm 0.51a	11.76 \pm 0.44a
RAA	4 \pm 0a	4 \pm 0a	4 \pm 0a
RAC	14 \pm 0a	14 \pm 0.32a	13.92 \pm 0.28a
RAPT	6 \pm 0a	6 \pm 0a	6 \pm 0a
RAP	5 \pm 0a	5 \pm 0a	5 \pm 0a
PLL	28.63 \pm 0.75a	28.62 \pm 0.5a	28.68 \pm 1.03a
PD	3 \pm 0a	3 \pm 0a	3.08 \pm 0.28a
PPA	12.88 \pm 0.36b	13.48 \pm 0.61a	13.56 \pm 0.51a
PDAA	6.38 \pm 0.52a	6.29 \pm 0.65a	6.48 \pm 0.66a

Nota. Diferentes letras en las columnas representan diferencias significativas ($p<0.05$). Fuente: Creación propia.

Análisis cualitativo y cuantitativo de la dieta

De los 54 estómagos analizados sólo se halló contenido estomacal en uno, en estado de repleción semi-vacío y con un estado de digestión gástrica en categoría I. Esto posiblemente se presentó por 1) los ejemplares de este género no tienen un estomago definido (*Figura 7*), 2) durante el proceso de digestión solo requieren ocupar temporalmente la cavidad estomacal, mientras que la mayor parte de la digestión se lleva a cabo en el intestino (Delariva y Agostinho, 2001) y 3) sus hábitos alimenticios son nocturnos (Schaefer y Stewart, 1993) y que para la hora de captura (9:30 de la mañana) ya sus estómagos estuviesen vacíos. De la observación bajo microscopio del contenido estomacal hallado se identificó la presencia de algas del género *Cladophora* y materia orgánica (*Figura 8*).

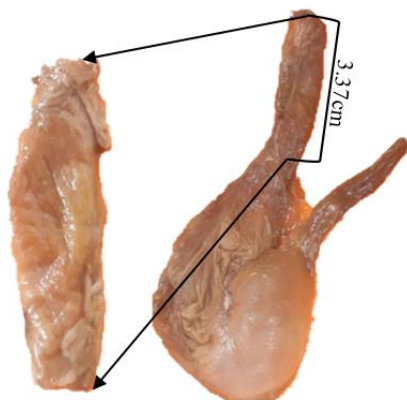


Figura 7. Muestra de la estructura de los estómagos de las especies. Fuente: Creación propia.

Debido a la ausencia de alimento en los estómagos, se decidió tomar muestras de contenidos intestinales para obtener información de su dieta, aun teniendo la posibilidad de encontrarse con el contenido completamente digerido.

Como resultado del análisis del contenido intestinal se confirmó la presencia de algas de diferentes géneros, materias orgánicas y detritos con 73.7%, 20.2% y 6.1% de frecuencia respectivamente, categorizando las algas como un alimento primario. Dentro de las especies que

se presume consumen están, para *P. pardalis* algas del género *Microspora*, *Cladophora*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Ankistrodesmus* y *Pinnularia*. Dentro del grupo denominado detritos, la especie consume cianobacterias del género *Oscillatoria*. En la especie *P. disjunctivus* se halló microalgas de los géneros *Desmodesmus* reportada en el río Usumacinta (Esqueda y col., 2016), *Cymatopleura*, *Cymbella*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Gomphonema*, *Ankistrodesmus*, y *Tabelaria*, así como macroalgas del género *Cladophora* y *Microspora*. En cuanto detritos, hubo presencia de cianobacterias del género *Oscillatoria* y *Pseudanabaena*. En los híbridos se hallaron macroalgas del género *Microspora*, *Cladophora*, así como microalgas del género *Cymbella*, *Nitzschia*, *Navicula*, *Pinnularia*, *Ankistrodesmus* y *Gomphonema*, y se halló presencia de cianobacterias del género *Oscillatoria* y *Pseudanabaena* (Figura: 8).

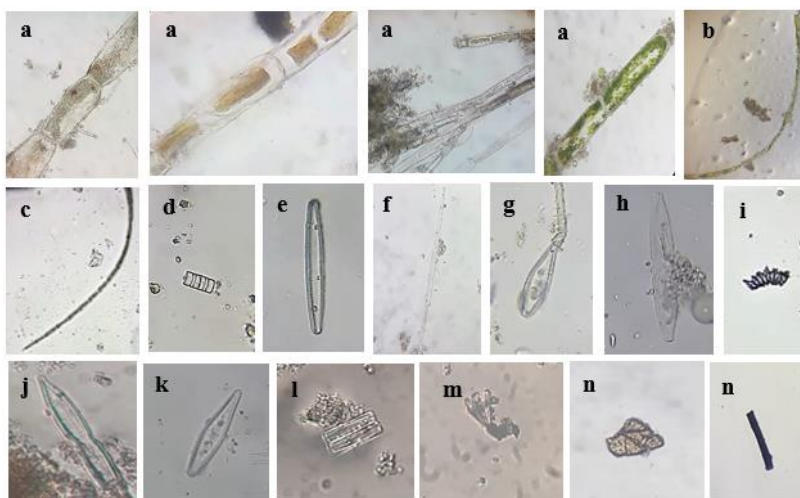


Figura 8. Vista microscópica de especies halladas en el contenido intestinal: macroalgas de los géneros *Cladophora* (a) y *Microspora* (b). Cianobacterias del género *Pseudanabaena* (c) y *Oscillatoria* (d), microalgas de los géneros *Ankistrodesmus* (e), *Nitzschia* (f), *Cymbella* (g), *Pinnularia* (h), *Desmodesmus* (i), *Cymatopleura* (j), *Navicula* (k), *Tabellaria* (l), *Gomphonema* (m) y materia orgánica (n). Fuente: Creación propia.

En todas las muestras analizadas se encontraron restos de plantas y suelo clasificados como materia orgánica. Del mismo modo se hallaron dos moluscos, *Tarebia Granifera* y *Atopochilus pachychilus* (Figura 9a-b) que han reportado su presencia en la corriente de agua

que alimenta dicha represa como lo es el río Usumacinta (Rangel y col., 2011). Un anfípodo del género *Hartmanode* (García, 2007) (Figura 9c) y un gusano de fuego, como es llamado comúnmente al género *Hermodice* (Yáñez, 2009) (Figura 9d) que más que formar parte de la dieta de los peces se consideran fueron ingeridos de manera involuntaria debido a su presencia y/o abundancia en el cuerpo de agua (Power, 1983; Gerking, 1994).

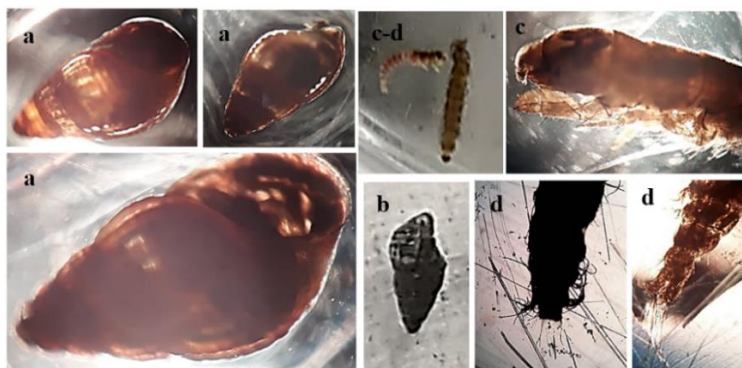


Figura 9. Vista microscópica de especies halladas en el contenido intestinal: moluscos de géneros *Tarebia* Granífera (a) y *Atopochilus Pachychilus* (b). Un anfípodo del género *Hartmanode* (c) y gusano de fuego, género *Hermodice* (d). Fuente: Creación propia.

Esta variedad de especies de algas consumidas por los peces diablo coinciden con los estudios de Delariva y Agostinho (2001), en el cual mencionan que la familia de Loricariidae se caracteriza por tener una dieta compuesta por algas, detritos y materia orgánica. Además, aluden que la especie *Rhinelepis aspera*, se identifica por tener una dieta basada principalmente en detritos, mientras que la especie *Hypostomus plecostomus* consume algas preferentemente. Por otro lado, Molina y col., (2010) mencionan que la dieta del *P. pardalis* está basada en algas, y en menor proporción detritos y materia orgánica, lo que coincide con los resultados en este trabajo, ya que se hallaron en mayor proporción las algas y mediante la determinación del índice de ocurrencia se categorizaron como alimento primario tanto para *P. pardalis* como para *P. disjunctivus* e híbridos, en segundo lugar, los detritos. Y también se halló parte de material

vegetal y suelo en el contenido intestinal de algunos ejemplares. Esta condición de especies alguívoras y betónicas los ubica en la base de la red trófica de ambientes acuáticos (Valencia, 1998).

Análisis de intestinos

El promedio de las medidas de intestinos fue 635.2 cm, oscilando entre 206 y 1169.3 cm. Para *P. pardalis* el promedio de las medidas fue 390.9 cm con rangos entre ejemplares de 206 a 1068 cm. En *P. disjunctivus* el promedio fue 579.3 cm y sus rangos estaban entre 229 a 811.5 cm. En cuanto a los híbridos el promedio fue 695.9 cm con rangos de 385.5 a 1169.3 cm.

Las formas y estructuras de los intestinos de las especies estudiadas (*Figura 10*) mostraron similitudes con lo reportado por Tisasari y col., (2016) quienes estudiaron a la especie *Pterygoplichthys pardalis* reportando medidas entre 60 y 256.5 cm. Y con Delariva y Agostinho (2001), en su estudio de 6 especies de la familia de Loricariidae, quienes afirman junto con Angelescu y Gneri, (1949); Power, (1983) y Verigina (1990) que los intestinos de estas especies se caracterizan por ser largos en forma de espiral, esto debido a factores como la estructura de sus estómagos (pocos desarrollados) y hábitos alimenticios, llevando a cabo la digestión en estos.

Por otro lado, los resultados de la relación longitud intestinal / longitud total aplicando la escala de Bursle (1981), caracterizó a las especies como herbívoras con rangos entre 5.87 a 28.40, información que se corroboró con los resultados obtenidos al calcular la longitud relativa de los intestinos, con valores que oscilaron entre 8.27 y 43.79 indicando una dieta herbívora, con énfasis en material vegetal o detritus (Bursle, 1981; Ward y col., 2005), coincidiendo así con material biológico encontrado en los intestinos de los ejemplares estudiados en este trabajo.

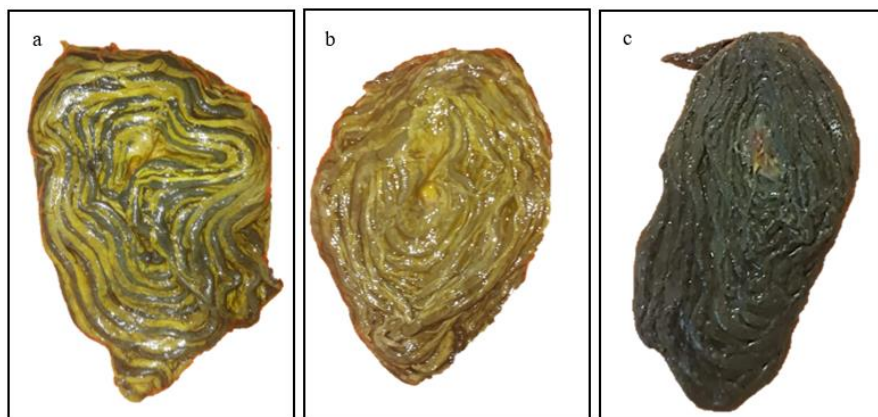


Figura 10. Muestra de intestinos de las especies *P. pardalis* (a), *P. disjunctivus* (b) e Híbridos (c) extraídas de la represa Malpaso, Chiapas. Fuente: Creación propia.

Rendimiento de músculos y subproductos

Se seccionaron todas las partes del pez hallando que la mayor fracción de estos la representa el conjunto de cabeza, aletas y huesos (56.6%), seguida de la fracción muscular, la cual representó el 18.9%, las vísceras con un promedio de 13.6% y finalmente la piel que representó cerca del 10.9 % del peso fresco de los animales.

Si se comparan con los rendimientos obtenidos por Arroyo (2008) fueron muy similares, ya que en este estudio la especie *Hypostomus plecostomus* presentó rendimientos en porcentajes de 31.5, 12.5, 19.02, 9.72 y 27.1% en cabeza, esqueleto, músculo, vísceras y piel respectivamente. Y mayores a los resultados registrados por Márquez y col., (2014), los cuales obtuvieron rendimientos de 16.6% de musculo y 10% de vísceras para la especie *Pterygoplichthys disjunctivus*.

Al compararse los rendimientos de músculos obtenidos en este trabajo con los expuesto por Osorio (2014) y Carranza (2018) es posible apreciar que especies comerciales como tilapia nilótica (*Oreochromis niloticus*) y pargo (*Lutjanus colorado*) muestran mejores rendimientos con 84% y 93% para tilapia y pargo respectivamente. Sin embargo, es importante resaltar que, a

pesar de esto, los peces diablos presentan un buen sabor y gran valor nutritivo que lo potencializa como alimento de consumo (Arroyo, 2008; Márquez y col., 2014).

La proporción comestibles del pez está representada solo en un 19% del total de su biomasa, que, entre otras razones, han impedido que sea comercializado. Y, por el contrario, se presenten alternativas de erradicación enfocada en la utilización de estos para alimentar otros animales, ya sea en fresco o mediante transformación agroindustrial como harina de pescado (Velázquez y col., 2013; Morales y col., 2016). No obstante, la proporción de proteínas encontrada en el músculo del pez diablo es del 85% y tiene un valor de digestibilidad del 75%, caracterizándolas como una fuente alimenticia potencial (Arroyo, 2008). Velázquez y col., (2013) mencionan que, la calidad biológica de la carne de peces diablo es excelente y al presentar este 85% de proteína, si una persona ingiere 100g de esta, 85g son proteínas y su cuerpo aprovecharía hasta un 83.3g de dicho alimento. Por otra parte, Márquez y col., (2014) estudiaron sobre cambios bioquímicos y microbiológicos postmortem en el músculo de *Pterygoplichthys disjunctivus*, en el cual reportan una buena composición proximal (81.8 % de humedad, 0.7 % de lípidos y 1.0 % de ceniza en base seca) y un color muy atractivo. Además, aseguran que el musculo presenta una vida útil de hasta 15 días almacenados a 0°C donde se conservan sus características bioquímicas, organolépticas y la calidad microbiológica. He ahí la importancia de fomentar y potencializar el consumo de estos peces.

En cuanto al aprovechamiento de otras partes de estas especies se tiene la piel, la cual se sabe que está compuesta en su mayoría de colágeno e hidroxapatita (Ebenstein y col., 2015). En los estudios sobre la especie *Pterygoplichthys pardalis* realizados por Ebenstein y col., (2015) y Nurubhasha y col., (2019) se ha logrado caracterizar la piel de esta especie como excelente

fuentes de colágeno tipo I compuesto de gran utilidad en las industrias alimentarias y farmacéuticas.

Las vísceras son otro subproducto que representan hasta el 20% de la biomasa que no se utiliza y es considerado de bajo valor. Sin embargo, debido su composición química presenta gran potencial para el desarrollo biotecnológico y se convierte en una materia prima atractiva para el desarrollo de diferentes productos (Ahamed y Mahendrakar, 1997; Baez y col., 2015; Hajfathalian y col., 2017; Rajendran y col., 2018). Pinzón y col., (2016) realizaron un estudio sobre el aprovechamiento de vísceras de pescado de agua dulce para la obtención de biodiesel, en el cual enfatizaron en que estas son ricas en ácidos grasos omega-3 -triglicéridos y fosfolípidos, y que es posible obtener rendimientos hasta del 56% de biodiesel a partir de aceite extraído de vísceras de pescados como cachama, bagre y bocachico.

Otro producto que se puede obtener es el ensilado biológico, este es considerado un alimento proteico, de alta humedad y fácil conservación, usado comúnmente como un componente en la alimentación de animales. Cipriano y col., (2015) realizaron un estudio sobre la elaboración y caracterización de ensilaje a partir de vísceras de peces diablo (*Plecostomus* spp) en el cual fue posible comprobar que las vísceras de estas especies es una excelente alternativa de uso para la elaboración de este producto, ya que el ensilaje presentó niveles de proteína cruda hasta de 37.78%, materia seca de 9.54%, ceniza de 31.07% y grasa bruta de 8.50% calificándolo como un producto nutritivo. Por su parte, Villalba y col, (2012, 2013) hicieron uso de las vísceras de la especie *Pterygoplichthys disjunctivus* para la obtención de enzimas proteolíticas como quimotripsina y tripsina. Los resultados sugieren que estas enzimas bajo ciertas condiciones fisicoquímicas tienen una aplicación potencial tanto en la industria de alimento como en la fabricación de detergentes para ropa.

Conclusiones

El análisis morfométrico de los 54 ejemplares extraídos de la represa permitió establecer que las tres especies identificadas se encuentran en condiciones de crecimiento, nutrición y salud satisfactorias. Además, se logró inferir que los híbridos presentan gran similitud morfológica con las especies *P. pardalis* y *P. disjunctivus*.

En el análisis de la dieta de cada especie fue posible identificar que *P. disjunctivus* y los híbridos son iguales, mientras que *P. pardalis* a pesar de también consumir algas, no se hallaron los géneros *Cymatopleura*, *Gomphonema*, y *Tabelaria* que en las otras especies sí. Notándose además que las algas representan al alimento principal de estas especies, seguido de cianobacterias y materia orgánica.

En cuanto a evaluación de rendimientos de músculos y subproductos se logró estimar los porcentajes de cada una de las partes del pez y discutir su posible aprovechamiento, permitiendo esclarecer que, tanto el músculo como los subproductos víscera y piel de los ejemplares del género *Pterygoplichthys* podrían ser aprovechados en la producción de compuestos biotecnológicos y de interés en diferentes industrias.

Recomendaciones

Se recomienda realizar un estudio de biología molecular que permite corroborar los resultados sobre la identificación de las especies, aunque el patrón abdominal es el más utilizado, este sería de gran soporte para estudio.

Hacer una caracterización bromatológica del musculo y subproductos de las especies y con ello determinar con exactitud cuál sería su mejor aprovechamiento, bajo qué condiciones estos podrían ofrecer mayor eficiencia y de esta manera darles valor.

Referencias

- Ahamed, J., y Mahendrakar, N. (1997). Cambios químicos y microbianos en las vísceras de los peces durante la fermentación que se ensilaje a diferentes temperaturas. *Tecnología Bioambiental*, 59,1, 45-46.
- Ajiaco, R. E., Ramírez, H., Sánchez, P., Lasso, C. A., y Trujillo, F. (2012). *IV. Diagnóstico de la pesca ornamental en Colombia*. Serie Editorial Recursos Hidrobiológicos y Pesqueros Continentales de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, D. C., Colombia.
- Aliaume, C., Brukley, W. L., Corujo, F. I., Churchill, N., Lilystrom, C., Williams, E., y Zerbi, C. (1994). El pez ballesta blindado sudafricano, *Liposarcus multiradiatus* (Hancock), un nuevo exótico establecido en las aguas frescas de Puerto Rico. *Revista Caribeña de Ciencia*, 30, 1-2, 90-94.
- Angelescu, V., y Gneri, F. S. (1949). Adaptaciones del aparato digestivo al régimen alimenticio en algunos peces del río Uruguay y del río de la Plata. *Instituto Nacional de Investigación Ciencias Naturales*, 161-272.
- Anguebes, F., Bassam, A., Abatal, M., May Tzuc, O., Aguilar, C., Wakida, A., San Pedro, L. (2019). Propiedades físicas y químicas del biodiesel obtenido a partir del aceite de biomasa de bagre de pez vela (*Pterygoplichthys pardalis*). *Revista de química*, 1–12. doi: 10.1155 / 2019/7829630
- Álvarez, N., Sánchez, A., Florido, R., y Salcedo, M. (2015). Primer registro de siluros blindados sudafricanos (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) En el sistema del río Chumpan, sureste de México. *Archivos de Bioinvasiones*, 4, 4, 309-314.

- Armbruster, J. W., y Page, L. M. (2006). Redescrición de *Pterygoplichthys punctatus* y descripción de una nueva especie de *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae). *Ictiología neotropical*, 4, 4, 401-410.
- Arroyo, M. (2008). *Aprovechamiento de la harina de Plecostomus spp. como ingrediente en alimento para el crecimiento de la tilapia (Oreochromis niloticus)*. (Tesis de Maestría). Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional (CIIDR), Instituto Politécnico Nacional, Michoacán, México.
- Baez, A., Ospina, N., y Zapata, J., (2016). Efecto de temperatura pH, concentración de sustrato y tipo de enzima en la hidrolisis enzimática de vísceras de tilapia roja (*Oreochromis* spp.). *Información tecnológica*, 27, 6, 63-76.
- Bajeca, E. (2016). *Análisis de la dieta de la curvinata golfina Cynoscion othonopterus (Jordán y Gibert, 1882) en el alto golfo de california*. (tesis de Maestría). Centro de investigaciones biológicas del noroeste, Baja California sur, México.
- Bandach, M., Lagler, F., y May, D. (1977). *Ictiologia AGT Editor S.A.*
- Bijukumar, A., George, S., Smrithy, R., y Sureshkumar, U. (2015). Invasión del bagre boca de lechón de América del sur *Pterygoplichthys* spp. *Revista de taxones amenazados*, 7 (3), 6987-6995.
- Boling, R., Goodman, E., Van Sickle, J., J, Z., Cummins, K., Peterson, R., y Reice, S. (1975). Hacia un modelo de procesamiento de detritus en un arroyo arbolado. *Ecología*, 56, 141-51.

- Bowen, G., y Dundas, I. (1984). Evidencia de una cadena alimenticia de detritus basada en el consumo de precipitados orgánicos. Aplicada y ambiental. *Microbiología*, 755-757.
- Brusle, J. (1981). *Sexualidad y biología de la reproducción en salmonetes grises*. Programa Biológico Internacional.
- Burr, B.M. y Page, L.M. (1991). Una guía de campo para los peces de agua dulce de América del Norte al norte de México. *Serie de guías de campo Peterson*. Compañía, Houghton Mifflin, Boston, MA, 432.
- Cano, S.M., Baltazar, B.E., y Barba, E. (2011). Innovación social y capacidad de organización de las cooperativas pesqueras en el municipio de Balancán, Tabasco, México. *Estudios sociales*, 20, 39, 67-97
- Contreras, S., Domínguez, O., Escalera, C., Lara de la Cruz, G., Mendoza, R., Páramo, S., y Velázquez, E. (2006). Los plecos invasivos en México. Memorias del X Congreso Nacional de Ictilogía Querétano, Querétano, México.
- Capps, K., Nico, L.G., Mendoza, M., Arévalo, W., Ropicki, A., Heilpern, S., y Rodiles, R. (2011). Tolerancia a la salinidad de bagre armado no nativo de suckermouth (Loricariidae: *Pterygoplichthys*) en el sureste de México: implicaciones para la invasión y dispersión. *Conservación acuática: ecosistemas marinos y de agua dulce*, 21, 6, 528–540. DOI: 10.1002 / aqc.1210.
- Carranza, E. (2018). Rendimiento corporal de especies nativos del Golfo de Fonseca de Honduras. *Revista Ciencia y Tecnología*, 23, 46-59.

- Cipriano, M., Abrego, N., Cruz, B., Rojas, S., Olivares, J., Ávila, B., Salem, A., y Camacho, L. (2015). Elaboración y caracterización de ensilaje biológico de peces de diablo (*Plecostomus* spp) con *Lactobacillus* spp. y melaza como aditivo, en la cuenca baja del río Balsas en el estado de Guerrero, México. *Revista de ciencias de la vida*, 12, 2, 68-74.
- Cortés, N., Oyarzún, C., y Galleguillos, R. (1996). Diferenciación poblacional en sardina común, *Strangomera bentincki* (Norman, 1936). II: Análisis multivariado de la morfometría y merística. *Revista de Biología Marina*, 31, 2, 91-105.
- Cortés, E. (1997). Una revisión crítica de los métodos de estudio de la alimentación de peces basada en el análisis de los contenidos del estómago: aplicación a los peces elasmobranquios. *Revista canadiense de pesca y ciencias acuáticas*, 54, 726-738.
- Covain, R., y Fisch, S. M. (2007). Los géneros de la subfamilia Loricariidae (Siluriformes: Loricariidae) de bagre acorazado neotropical: una clave práctica y sinopsis. *Zootaxa*, 1462, 1-40.
- Chavez, J., De la Paz, R., Manohar, S., Pagulayan, R., y Vi, J. (2006). Nuevo registro filipino de pez gato sudafricano sudamericano (Piscis: Loricariidae) *Zootaxa*, 1109, 1.
- Chauvin, C., Lambert, É., Laplace, C., Peltre, M., Rodriguez, S., y Vergon, J. (2014). *Guía práctica para la determinación de algas macroscópicas en agua dulce y algunos organismos heterótrofos*. Ediciones de irstea burdeos, cestas, 204.
- Cruz, Z. (2013). *Dinámica poblacional del pez invasor del género Pterygoplichthys en la cuenca de Chacalapa y primeros registros de su distribución en la cuenca baja de Coatzacoalcos, Veracruz, México*. (Tesis de pregrado). Universidad veracruzana, México.

- Cruz, Z. (2016). *Ocurrencia y aspectos biológicos del pez invasor del género Ptergoplichthys en el sistema de lagunas interdunarias de la ciudad de Veracruz y cuenca baja del Jamapa-Cotaxtla*. (Tesis de maestría). Universidad veracruzana, México.
- Delariva, R., y Agostinho, A. (2001). Relación entre la morfología y las dietas de seis loricáridos neotropicales. *Revista de Biología de Peces*, 58, 832-847.
- Devick, W. (1989). Perturbaciones y fluctuaciones en el ecosistema del embalse hawaiano. Proyecto F14-R13. Departamento de Tierras y Recursos Naturales. *División de recursos acuáticos*. Hoonolulu, Hawaii, EUA.
- Elfidasari, D., Qoyyimah, F., y Fahmi, M. (2016). Morfométrico y merístico de pleco común (loricariidae) en la región de jakarta del sur del río ciliwung. *Revista internacional de investigación avanzada (IJAR)*, 4,11,57-62.
- Ebenstein, D., Calderón, C., Troncoso, O., y Torres, F. (2014). Caracterización de las placas dérmicas de bagre acorazado *Pterygoplichthys pardalis* revela una estructura de nanocompuesto tipo sándwich. *Revista del comportamiento mecánico de materiales biomédicos*, 45, 175-182.
- Esqueda, K., Sánchez, A., Valdés, G., Salcedo, M., Franco., A., y Florido, R. (2016). Fitoplancton en el humedal tropical Chaschoc en la cuenca baja del río Usumacinta. *Revista mexicana de biodiversidad*, 87, 1177–1188.
- Fulton, T. (1902). *La tasa de crecimiento de los peces*. 20th informe anual de la Junta de Pesca de Escocia 3, 326-446.

Fuller PL, Nico LG, Williams JD. 1999. Peces no Nativos. Introducido a las aguas interiores de los Estados Unidos de América. Sociedad de Pesca: Bethesda, MD.

García, M. M. 2007. Clave ilustrada para las familias de anfípodos gamáridos (Peracarida: Amphipoda) litorales del Pacífico oriental tropical y glosario de términos. *Revista Ciencia y Mar*. 32, 3-27.

García, G., Riverón, G., y Barba, E. (2017). Primer registro para Cuba del pez invasor *Pterygoplichthys pardalis* (Siluriformes: Loricariidae). *Revista cubana de ciencias biológicas*. 5, 2, 1-6.

George, M., y Arancibia, H. (1992). Stocks ecológicos del jurel (*Trachurus symmetricus murphyi* Nichols) en tres zonas de pesca frente a Chile, detectados mediante comparación de su fauna parasitaria y morfometría. *Revista Chilena de Historia Natural*. 65, 453-470.

Gerking, S. (1994). *Ecología alimentaria del pescado*. San Diego: Prensa Académica.

Gibbs, M., Shields, J., Lock, D., Talmadge, K., y Farrell T. (2008). Reproducción en un pez gato exótico invasor *Pterygoplichthys disjunctivus* en Volusia Blue Spring, Florida, EE. UU. *Biología de peces*, 73, 1562-1572.

Gobierno de Caquetá. (2017). *Documento de diagnóstico y plan de acción de la cadena productiva de la acuicultura en el departamento de Caquetá*.

<https://amazoniaypaz.com/wp-content/uploads/2018/11/documento-t%c3%abcnico-cadena-acu%c3%accola-2017.pdf>.

- González, M. (2017). *Características morfométricas, merísticas, de la canal y de la carne de especies de pez nativas de aguas dulce de ecuador*. (Tesis doctoral). Universidad de Córdoba, Perú.
- Govinda, H. (2010). *Biología reproductiva de la especie exótica invasora Ptergoplichthys pardalis (Siluriforme:Loricariidae) en los humedales de La Libertad (sitio RAMSAR No. 79), Río Usumacinta, Chiapas, México*. (Tesis de Maestría). Universidad El Colegio de la Frontera Sur. México.
- Gómez, G., y Guzmán, R. (1998). Relación longitud peso y talla de madurez de la petota (Umbrina coroides), en el norte del estado de Sucre, Venezuela. *Zootecnia Tropical*, 16, 267–276.
- Hajfathalian, M., Ghelichi, S., García, P., Ann, M., y Jacobsen, C. (2017). Péptido: Producción, bioactividad, funcionalidad y aplicaciones. Revision critica en ciencia de la alimentación y nutrición. DOI:10.1080/10408398.2017.1352564
- Hernández, A., Sepúlveda, A., y Miranda, L. (1998). *Morfometría y merística del jurel (Trachurus symmetricus murphyi) a lo largo de Chile*. En: Arcos D (ed). *Biología y Ecología del Jurel en Aguas Chilenas*. Instituto de Investigación Pesquera, Talcahuano.
- Herrera, D. (2012). Identificación de *Pterygoplichthys* (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca del rio Reventazón, Costa rica. *Repertorio Científico*, 15, 1, 1-4
- Hossain, M., Vadas Jr, R., Ruiz-Carus, R., y Galib, S. (2018). Bagre de Amazon Sailfin *Pterygoplichthys pardalis* (Loricariidae) en Bangladesh: una revisión crítica de su amenaza invasiva para las especies acuáticas nativas y endémicas. *Peces*, 3, 1, 14. doi: 10.3390 / fishes3010014

Hopkins, K. (1992). Informe de crecimiento de peces: una revisión de los conceptos básicos.

Sociedad Mundial de Acuicultura, 23, 173-179.

Howard, L., Nico, L., y Travis, T. (2009). Boca de lechón no nativa, pez gato acorazado en

Florida: descripción de colonias de nidos y madrigueras de nidos con evaluación de las condiciones de la costa. *Programa de investigación de especies acuáticas molestas*, 09, 1.

Hyslop, E.J. 1980. Análisis de contenidos estomacales: una revisión de los métodos y su

aplicación. *Revista de biología de peces*, 17, 411-429.

Infante, G., y Zárate, G. (1990). *Métodos estadísticos*. Un enfoque interdisciplinario. (ed. 2)

México: Trillas.

Jisr, N., Younes, G., Sukhn, C., y El-Dakdouki, M. (2018). “Relación longitud-peso y factor de

condición relativa de los peces que habitan el área marina de la ciudad del Mediterráneo oriental, Trípoli-Líbano”. *Revista egipcia de investigación acuática*, 44,4, 299-305.

Laevastu, L. (1980). *Manual de métodos de biología pesquera*. Primera Editorial Acribia.

Zaragoza, España, 244.

Leenheer, J., y Croué, J. (2003). Materia orgánica acuática. sociedad Química Americana, 19-26.

Levin B.A., Phuong P.H., Pavlov D.S. (2008). Descubrimiento del pez gato amazónico

Pterygoplichthys pardalis (Castelnau, 1855) (Teleostei: Loricariidae) en Vietnam. *Diario de Ictiología Aplicada*, 24, 715-717.

Liang S.H., Wu, H.P., y Shieh, B.S. (2005). Estructura de tamaño, fenología reproductiva y

proporción de sexos de un exótico bagre acorazado (*Liposarcus multiradiatus*) en el río Kaoping en el sur de Taiwán. *Estudios zoológicos*, 44 (2), 252-259.

- Lin, S., Liu, C., y Wi, L. (2011). Identificación de especies exóticas de aletas de vela (*Pterygoplichthys*, Loricariidae) en Taiwán basadas en la morfología y las secuencias de ADNmt. *Estudios Zoológicos*, 50, 2,235-246.
- Ludlow, M. E., y Walsh, S. J. (1991). Aparición de un pez gato armado sudamericano en el río Hillsborough, Florida, *Científico de la Florida*, 54, 1, 48-50.
- Marquez, E., Pacheco, R., Ramirez, J., Ocano, V., García, C., Scheuren, S., y Mazorra, M. (2014). Cambios bioquímicos y microbiológicos postmortem en músculo de Loricariidae pez gato (*Pterygoplichthys disjunctivus*) durante el almacenamiento en hielo. *Revista de tecnología de productos alimenticios acuáticos*. DOI:10.1080/10498850.2013.828146
- Mendoza, R., Alfaro, E., Cudmore, B., Orr, R., Fisher, J., Álcarez, P., y Contreras, S. (2009). *Pautas de evaluación de riesgos trinacionales para especies invasoras exóticas acuáticas. Casos de prueba para cabezas de serpiente (Channidae) y bagres blindados (Loricariidae) en aguas interiores de América del Norte*. Comisión para la Cooperación Ambiental de Monterreal. Quebec.
- Mendoza, R., Ramírez, P., Koleff, P., Contreras, C., Álvarez, P., y Aguilar, V. (2007). Los peces diablo: especies invasoras de alto impacto. CONABIO. *Biodiversitas*, 70,1-5
- Molina, A.A., Herrera, S.D, y Rodriguez, Q.M. (2010). Informe de peces diablo (Siluriformes:Loricariidae) en la cuenca del rio Reventazón , Costa rica. *BRENESIA*,73-74, 135-136.
- Morato, T., Afonso, P., Loirinho, P., Barreiros, J.P., Sanstos, R.S., y Nash, R.D.M., (2001). Relaciones longitud-peso para 21 especies de peces costeros de las Azores, Atlántico nororiental. *Pescado res*, 50, 297–302.

- Morales, J., Vidal, A., y Pérez, B. (2016). El aprovechamiento de potencialidades locales: la creación de una microempresa procesadora de pez diablo (*Hypostomus Plecostomus*) en Jalpa de Méndez, Tabasco, México. *Revista Internacional de Economía y Gestión de las Organizaciones*, 2, 3.
- Muralidharan, M., Manikandan, K., y Gobi, M. (2015). Distribución extendida del invasor siluro lechero *Pterygoplichthys pardalis* (Peces: Loricariidae) al sistema fluvial Cauvery de la India Peninsular. *Revista Internacional de Biología Acuática*, 3, 1, 14-18.
- Nelson J., Grande, T., y Wilson, M. (2016). *Los peces del mundo*. (Ed 5). John Wiley y Sons, Inc. Nueva Jersey. 752. DOI.org/10.1002/9781119174844
- Ng, H., y Kottelat, M. (2013): Revisión del bagre asiático Género *Hemibagrus* Bleeker, 1862 (Teleostei: Siluriformes: Bagridae). *El Boletín sorteo de Zoología*, 61, 1, 205-291.
- Ng, H.H., y Tan, H.H. (2010). Una lista de verificación anotada de las especies de peces de agua dulce no autóctonas en los embalses de Singapur. *Cosmos*, 6, 95-116.
- Nico, L.G., Butt, P.L., Johnston, G.R., Jelks, H.L., Kail, M. y Walsh, S.J. (2012). Descubrimiento de bagres blindados sudafricanos (Loricariidae, *Pterygoplichthys* spp.) En el drenaje del río Santa Fe, cuenca del río Suwannee, EE. UU. *Registros Bioinvasiones*, 1, 3, 179-200. DOI.org/10.3391/bir.2012.1.3.04
- Nico, L.G., Jelks, H.L., y Tuten, T. (2009). Peces no nativos de suckermouth armados en Florida: descripción de las madrigueras de nidos y las colonias de madrigueras con evaluación de las condiciones de la costa. *Programa de investigación de especies acuáticas molestas Boletín*, 9, 1-30.

Nurubhasha, R., Sampath, N., Thirumalasetti, S., Simhachalam, G., y Dirisala, V. (2019).

Extracción y caracterización del colágeno de la piel de *Pterygoplichthys pardalis* y su aplicación potencial en las industrias alimentarias. *Ciencia de los alimentos y biotecnología*. DOI: 10.1007 / s10068-019-00601-z

Orfinger, A.B., y Goodding, D.D. (2018). La invasión global del género *Pterygoplichthys*

(Siluriformes) Loricariidae): lista anotada de especies, resumen de distribución y evaluación de impactos. *Estudios Zoológicos* 57, 7. DOI 10.6620 / ZS.2018.57-07.

Ortega, A. (2015). *Revisión Taxonómica De Los Peces Ornamentales Continentales De*

Colombia. En: *Dinámica de la Actividad Pesquera de Peces Ornamentales Continentales en Colombia*, Ortega-Lara, A., Y. Cruz-Quintana y V. Puentes. (Eds.). Serie Recursos Pesqueros de Colombia – AUNAP. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP©. Fundación FUNINDES ©. 89–106.

Ortega, A., Cruz, Y., y Puentes, V. (Eds.). (2015). *Dinámica de la Actividad Pesquera de Peces*

Ornamentales Continentales en Colombia. Serie Recursos Pesqueros de Colombia – AUNAP. Autoridad Nacional de Acuicultura y Pesca – AUNAP ©. Fundación FUNINDES ©. 174.

Osorio, M. (2014). *Producción de harinas obtenidas a partir de coproductos de la industria del*

filete del pescado en Colombia. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Oyarzún, C. (1997). *Análisis de la diferenciación poblacional: el caso de Merluccius gayi*

(Guichenot, 1848) de la costa de Chile. (Tesis Doctoral). Universidad de Concepción, Concepción. Chile.

- Ozdilek, S. (2007). Posible amenaza para las aguas interiores del Medio Oriente: una especie exótica e invasora, *Pterygoplichthys disjunctivus* (Webber 1991) en el río Asia, Turquía. *Revista de Pesca y Ciencias Acuáticas*, 24, 3-4, 303-306.
- Page L.M., y Robins H.R. (2006). Identificación de los peces gato aleta de mar (Teleostei: Loricaridae) en el sudeste asiático. *Boletín de zoología*, 54, 455-457.
- Perdue, M., y francois, J. (2007). Uso de la relación C/N para estimar los aportes terrígenos de materia organica a los ambientes acuáticos. *Ciencia de estuario, costas y estanterías*, 73, 1-2, 65-72.
- Pérez, R., Rosado, I., Maldonado, E., González, N., Cuenca, C., Pascual, H., y Jiménez, R. (2017). Evaluación sensorial de galletas adicionadas con harina de pez diablo. *Revista Iberoamericana de Ciencias*. 4,6, 99-107.
- Pinzón, L., Sánchez, C., Muñoz, J., y Hernández, H. (2016). Aprovechamiento de las vísceras de pescado como fuente de energía para minimizar el problema de contaminación ambiental del sector piscícola. *Revista de investigación agraria y ambiental*, 7, 2.
- Pound, K. L., Nowlin, W.H., Huffman, D.G., y Bonner T.H., (2011). Ecología trófica de una población no nativa de bagre lechón (*Hypostomus plecostomus*) en un arroyo central de Texas alimentado por manantial. *Ciencias Springer*, 90, 277-285.
- Power, M. (1983). Respuestas de alimentación al pastoreo a diferentes escalas de variación de peces tropicales de agua dulce. *Biología ambiental de los peces*, 9, 103–115.
- Rajendran, S., Mohan, A., Khiari, z., Udenigwe, C., y Mason, B. (2018). Rendimiento, propiedades fisicoquímicas y antioxidantes del hidrolizado visceral de salmón atlántico:

- comparación de la fermentación bacteriana del ácido láctico con proteolisis de flavorazima y tratamiento con cid de formica. *Revista de elaboración y conservación de alimentos*. DOI 10.1111/jfpp.13620
- Rangel, L., Gamboa, J., García, M., y Ortiz, M. (2011). *Tarebia granifera* (Lamarck, 1822) en la región hidrológica Grijalva-Usumacinta en Tabasco, México. *Acta zoológica mexicana*, 27, 1, 103-114.
- Ramírez, A., y Pinilla, G. (2012). Hábitos alimentarios, morfometría y estados gonadales de cinco especies de peces en diferentes periodos climaticos en el río Sogamoso (Santander). *Acta Biológica Colombiana*, 17, 2, 241-258
- Ricker, W. (1975). Cálculo e interpretación de estadísticas biológicas de poblaciones de peces. *Boletín de Investigaciones Pesqueras. Junta de canada*, 191, 382.
- Rodríguez, S. M., García, P. L., Mendoza, G. B., González, S. D., y Grano, M. M. (2016). Parásitos de dos siluros (Siluriformes: Loricariidae) invasores coexistentes en una región tropical de México. *Ictiología Neotropical*, 4, 3. DOI.org/10.1590/1982-0224-20160021.
- Samat, A., Shukor, M. N., Mazlan, A. G., Arshad, A., y Fatimah, M. Y. (2008). Relación longitud-peso y factor de condición de *Pterygoplichthys pardalis* (Piscis: Loricariidae) en la península de Malasia. *Revista de investigación de pesquerías e hidrobiología*, 3, 48–53.
- Santos, M., Cana, A., Linp, P., y Monteiro, C. (2006). Relaciones longitud-circunferencia para 30 especies de peces marinos. *Revista de Peces*, 78, 368-373.

- Sánchez, C., y Muñoz, S. (2015). Marco Institucional y Normativo de la Actividad Pesquera Ornamental Continental en Colombia. En: Dinámica de la Actividad Pesquera de Peces Ornamentales Continentales en Colombia, Ortega, A., Cruz, Y. y Puentes, V. (Eds.). Serie Recursos Pesqueros de Colombia – AUNAP.
- Sánchez, A., Florido, R., Álvarez, N., y Salcedo, M. (2015). Distribución de *Pterygoplichthys* spp. (Siluriformes: Loricariidae) en la cuenca baja de los ríos Grijalva-Usumacinta. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 86, 4, 1099–1102. doi:10.1016/j.rmb.2015.06.016
- Schaefer, S., y Stewart, D. (1993). Sistemática del grupo de especies de detex de Panaque (Siluriformes: Loricariidae), bagres acorazados de madera de Sudamérica tropical. *Ictiol. Explor Aguas dulces*, 4, 4, 309-342.
- Stillwell, C., y Kohler, N. (1982). Alimentos, hábitos de alimentación y estimaciones de la ración diaria del Mako (*Isurus oxyrinchus*) en el Atlántico noroccidental. *Revista Canadiense de Pesca y Ciencias Acuáticas*, 39 ,3, 407-414.
- Strauss, R. E., y Bookstein, F. L. (1982). El braguero: cuerpo para reconstrucciones en morfometría. *Zoología sistemática*, 31, 113-135.
- Tisasari, M., Efizon, D., y Pulungan, C. (2016). Análisis del contenido estomacal de *Pterygoplichthys pardalis* de The Air Hitam River, distrito de Payung Sekaki, provincia de Riau. Diario en línea del estudiante, Universidad Riau.
- Toro, M., Manríquez, G., y Suazo, I. (2010). Morfometría geométrica y el estudio de las formas biológicas: de la morfología descriptiva a la morfología cuantitativa. *Revista International de Morfología*, 28, 977-990.

- Thompson, D.W. (1942). Sobre crecimiento y forma. Publicaciones Dover, Nueva York.
- Trujillo, W., Rodríguez, C., y Reyes, O. (2016). Analisis del contenido estomacal y la ecología trofica de la *Triportheus auritus* (Jolombo). *Revista electrónica veterinaria*, 17, 11, 1-9.
- Valencia, R. M. (1998). Alimentación y reproducción de *Creagrutus brevipinnis* (Pisces: Charadriidae) en Alto Callea, Colombia. *Revista Biológica Tropical*, 46, 3, 783-789.
- Velázquez, V.E., López, V. J., y Romero, B. E. 2013. El pez diablo: especie invasora en Chiapas. *Lacandonia*, 7,1, 99-104 pp.
- Verigina, I. A. (1990). Adaptaciones básicas del sistema digestivo en peces óseos en función de la dieta. *Diario de Ictiología*, 30, 897-907.
- Villalba, A., Ramírez, J., Pacheco, R., Valenzuela, E., Lugo, M., y Figueroa, C. (2012). Purificación y caracterización de quimotripsina a partir de vísceras de bagre vermiculado aleta de vela, *Pterygoplichthys disjunctivus*, Weber, 1991. *Fisiología y bioquímica de los peces*, 39, 121–130. DOI 10.1007/s10695-012-9684-3
- Villalba, A., Ramírez, J., Valenzuela, E., Sánchez, G., Ruiz, G., y Pacheco, R. (2013). La tripsina de las vísceras de bagre vermiculado aleta de vela, *Pterygoplichthys disjunctivus*, Weber, 1991: Su purificación y caracterización. *Química de alimentos*, 141, 2, 940-945.
- Wakida, A, Ruiz, R. y Amador-del-Angel, E. (2007). Siluro amazónico, *pterygoplichthys pardalis* (castelnau, 1855) (loricariidae), otras especies exóticas establecidas en el sureste de México. *El naturalista del sudoeste*, 52,1, 141–144. doi: 10.1894 / 0038-4909 (2007) 52 [141: ascppc] 2.0.co; 2

- Wakida, A., y Amador, E. (2011). Aspectos biológicos del pleco invasor *Pterygoplichthys pardalis* (Teleostei: Loricariidae) en el río Palizada, Campeche, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 82, 870-878.
- Ward, B., Beamish, F., y Kongchaiya, C. Características morfológicas en relación con la dieta en cinco especies de peces tailandeses coexistentes. *Revista Biología de peces*, 67 (5), 1266-1279, 2005.
- Weber, C. (2003). Filogenia molecular multilocus de siluros (Siluriformes: Loricariidae) de pez gato blindado con boca de suckermouth con un enfoque en la subfamilia Hypostominae. In: R.E. Reis, S.O. Kullander, C.J. Ferraris, Jr. (eds). *Lista de control de los peces de agua dulce de América del Sur y Central*. EDIPUCRS, Porto Alegre. 351-372.
- Weber, C. (1992). Revisión del género *Pterygoplichthys* (Piscis, Siluriformes, Loricariidae). *Revisión francesa de acuariología*, 19, 1-36.
- Wetzel, R. (1975). *Limnología*. Filadelfia: Saunders. Programa de Ecología de Aguas Dulces, Departamento de Ciencias Biológicas. Universidad Alabama, Tuscaloosa, AL, 860.
- Wright, A., y Reddy, K. (2009). *Materia orgánica disuelta en humedales*. Universidad de Florida. IFAS extensión.
- Yáñez, B. 2009. *Taxonomía, preferencias tróficas y simbiosis del gusano de fuego Hermodice carunculata (Polychaeta: Amphinomidae)*. (Tesis de Maestría). El Colegio de la Frontera Sur, México.
- Zargar, U.R., Yousuf, A.R., Mushtaq, B., y Jan, D., (2012). Relación longitud-peso de la carpa cruciana, *Carassius carassius* en relación con la calidad del agua, el sexo y la estación en

algunos cuerpos de agua lentico de Cachemira Himalaya. Turco. J. *Ciencia Aqua, Peces*,
12, 683–689.

Anexos